COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 29 MAI 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces isothermiques.* Note de M. Gaston Darboux.

« Les propositions que j'ai établies dans ma dernière Communication montrent qu'on peut rattacher à la déformation des quadriques les plus générales certaines surfaces isothermiques que j'ai appelées (Σ_i), (Σ'_i). Si l'on savait déterminer toutes les surfaces applicables sur une quadrique déterminée, on aurait par cela même l'équation en termes finis de ces surfaces isothermiques. Elles dépendent donc seulement de deux fonctions arbitraires d'une variable indépendante, tandis que la détermination des surfaces isothermiques les plus générales exigerait l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du quatrième ordre que l'on doit ranger au nombre des plus compliquées, des plus difficiles à intégrer de la Géométrie infinitésimale. En essayant de caractériser nettement les surfaces (Σ_i), (Σ'_i)

j'ai rencontré quelques propositions générales qu'il me paraît utile de signaler.

» D'abord la correspondance entre les surfaces (Σ_i), (Σ'_i) a lieu, nous l'avons remarqué, à la fois avec similitude des éléments infiniment petits et parallélisme des plans tangents. L'étude des cas dans lesquels ces deux propriétés se trouvent réunies a été faite par M. Christoffel; je n'y reviendrai donc pas. Mais la correspondance entre les surfaces (Σ_i), (Σ'_k) soulève un problème intéressant. Ces deux surfaces, qui sont normales à un même cercle, peuvent être considérées comme les deux nappes de l'enveloppe d'une sphère dépendant de deux paramètres. Nous sommes donc conduits à nous proposer la question suivante :

» *Dans quel cas une sphère qui dépend de deux paramètres enveloppe-t-elle une surface dont les deux nappes se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits?*

» On connaît une solution très générale de ce problème. Si la sphère est orthogonale à une sphère fixe, les deux nappes de son enveloppe sont inverses l'une de l'autre par rapport au centre de la sphère fixe et, par suite, se correspondent avec similitude des éléments infiniment petits. La correspondance entre les surfaces (Σ_i), (Σ'_k) nous fournit encore une autre solution du problème. Il y a donc intérêt, s'il est possible, à le résoudre complètement.

» Soient donc M, M' les deux points où une sphère variable (S) touche son enveloppe. La corde de contact MM' engendre une congruence; les développables de cette congruence découpent, sur les deux nappes de l'enveloppe, des courbes dont les tangentes se rencontrent toujours. Si A et B sont les points de concours de ces tangentes, les directions AM et AM', BM et BM' se correspondent sur les deux nappes. Comme d'ailleurs ces directions sont placées symétriquement par rapport au plan tangent de la surface décrite par le centre de la sphère (S), il faudra que les deux angles AMB, AM'B soient égaux.

» Supposons d'abord que la valeur commune de ces angles soit différente de l'angle droit; alors, pour qu'il y ait similitude des éléments infiniment petits, il faudra que la tangente en M à toute courbe tracée sur la nappe (M) décrite par M et la tangente en M' à la courbe correspondante tracée sur la nappe (M') décrite par M' fassent des angles égaux respectivement avec MA et M'A et aussi avec MB et M'B. Donc ces deux tangentes se rencontreront toujours en un point, d'ailleurs variable, de la droite AB. Dès lors, quel que soit le déplacement de la sphère, la corde de con-

tact MM′ engendrera un élément de développable et, par conséquent, la droite MM′ ira passer par un point fixe. Ce point fixe aura évidemment même puissance par rapport à toutes les sphères (S) puisqu'il se trouve sur l'axe radical de chacune d'elles et des sphères infiniment voisines. Nous obtenons ainsi la première et la plus générale des deux solutions que nous avions reconnues *a priori*, celle qui correspond à deux surfaces inverses l'une de l'autre.

» Supposons maintenant que l'angle AMB soit droit; alors il résulte facilement de la théorie des enveloppes de sphères (*Leçons*, n° 475 et suiv.) que les lignes de courbure se correspondent sur les deux nappes de l'enveloppe, et nous avons une suite de propositions et de formules qui permettent de pénétrer dans la question.

» Si l'on suppose connue l'une des nappes (M) de l'enveloppe, que l'on désigne par x, y, z les coordonnées du point M, par c, c', c'' les cosinus-directeurs de la normale à (M) en ce point, et que l'on considère toutes ces quantités comme fonctions des paramètres ρ et ρ_1 des deux familles de lignes de courbure, les rayons de courbure principaux de la nappe (M) seront déterminés par les équations d'Olinde Rodrigues :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial x}{\partial\rho} + \mathrm{R}\,\frac{\partial c}{\partial\rho} = 0, \qquad \ldots,\\ &\frac{\partial x}{\partial\rho_1} + \mathrm{R}_1\frac{\partial c}{\partial\rho_1} = 0, \qquad \ldots,\end{aligned}\right.$$

et, pour déterminer la nappe (M′), il faudra procéder comme il suit :

» On prendra d'une manière quelconque deux fonctions λ et μ satisfaisant aux équations

$$(2)\qquad \frac{\partial\lambda}{\partial\rho} + \mathrm{R}\frac{\partial\mu}{\partial\rho} = 0, \qquad \frac{\partial\lambda}{\partial\rho_1} + \mathrm{R}_1\frac{\partial\mu}{\partial\rho_1} = 0;$$

alors la sphère (S) aura pour équation

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\mu}{2\lambda}\left[(\mathrm{X}-x)^2 + (\mathrm{Y}-y)^2 + (\mathrm{Z}-z)^2\right]\\ &\quad + c(\mathrm{X}-x) + c'(\mathrm{Y}-y) + c''(\mathrm{Z}-z) = 0.\end{aligned}\right.$$

» On déterminera la seconde nappe (M′) de l'enveloppe de (S) en joi-

gnant à l'équation précédente les deux suivantes :

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{2\lambda}\dfrac{\partial\lambda}{\partial\rho}[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2] \\ \qquad +\dfrac{\partial x}{\partial\rho}(X-x)+\dfrac{\partial y}{\partial\rho}(Y-y)+\dfrac{\partial z}{\partial\rho}(Z-z)=0, \\ \dfrac{1}{2\lambda}\dfrac{\partial\lambda}{\partial\rho_1}[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2] \\ \qquad +\dfrac{\partial x}{\partial\rho_1}(X-x)+\dfrac{\partial y}{\partial\rho_1}(Y-y)+\dfrac{\partial z}{\partial\rho_1}(Z-z)=0. \end{cases}$$

» Si l'élément linéaire de la nappe (M) est donné sous la forme

$$(5)\qquad ds^2 = H^2\,d\rho^2 + H_1^2\,d\rho_1^2,$$

celui de la nappe (M′) sera fourni par la formule élégante

$$(6)\qquad ds'^2 = \left(\frac{\dfrac{\partial\log\theta}{\partial\rho}}{\dfrac{\partial\log\lambda}{\partial\rho}}\right)^2 H^2\,d\rho^2 + \left(\frac{\dfrac{\partial\log\theta}{\partial\rho_1}}{\dfrac{\partial\log\lambda}{\partial\rho_1}}\right)^2 H_1^2\,d\rho_1^2,$$

où θ sera définie par l'équation

$$(7)\qquad \frac{2\lambda}{\theta} + \mu^2 + \frac{1}{H^2}\left(\frac{\partial\lambda}{\partial\rho}\right)^2 + \frac{1}{H_1^2}\left(\frac{\partial\lambda}{\partial\rho_1}\right)^2 = 0.$$

» Pour qu'il y ait correspondance avec similitude des éléments infiniment petits, entre (M) et (M′), il faudra que l'on ait

$$\frac{\dfrac{\partial\log\theta}{\partial\rho}}{\dfrac{\partial\log\lambda}{\partial\rho}} = \pm\frac{\dfrac{\partial\log\theta}{\partial\rho_1}}{\dfrac{\partial\log\lambda}{\partial\rho_1}}.$$

» Si l'on prenait le signe + les points focaux de la droite MM′ seraient toujours confondus et l'on retomberait sur les surfaces inverses. La seule hypothèse à suivre est donc celle où l'on prendra le signe —.

» Si l'on pose alors, pour abréger,

$$(8)\qquad \frac{1}{H}\frac{\partial\lambda}{\partial\rho} = \xi, \qquad \frac{1}{H_1}\frac{\partial\lambda}{d\rho_1} = \xi_1,$$

on aura

$$(9)\qquad \frac{2\lambda}{\theta} + \mu^2 + \xi^2 + \xi_1^2 = 0,$$

et si l'on introduit une inconnue auxiliaire ν, on sera conduit aux équations

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial\theta}{\partial\rho} = \nu^2 H\xi, && \frac{\partial\lambda}{\partial\rho} = H\xi, && \frac{\partial\mu}{\partial\rho} = -\frac{H}{R}\xi, && \frac{\partial\xi}{\partial\rho_1} = \frac{1}{H}\frac{\partial H_1}{\partial\rho}\xi_1,\\ &\frac{\partial\theta}{d\rho_1} = -\nu^2 H_1\xi_1, && \frac{\partial\lambda}{d\rho_1} = H_1\xi_1, && \frac{\partial\mu}{\partial\rho_1} = -\frac{H_1}{R_1}\xi_1, && \frac{\partial\xi_1}{\partial\rho} = \frac{1}{H_1}\frac{\partial H}{\partial\rho_1}\xi, \end{aligned}\right.$$

auxquelles il faudra joindre les relations bien connues entre H, H_1, R, R_1,

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial}{\partial\rho_1}\left(\frac{H}{R}\right) = \frac{1}{R_1}\frac{\partial H}{\partial\rho_1}, \qquad \frac{\partial}{\partial\rho}\left(\frac{H_1}{R_1}\right) = \frac{1}{R}\frac{\partial H_1}{\partial\rho},\\ &\frac{\partial}{\partial\rho}\left(\frac{1}{H}\frac{\partial H_1}{\partial\rho}\right) + \frac{\partial}{\partial\rho_1}\left(\frac{1}{H_1}\frac{\partial H}{\partial\rho}\right) + \frac{HH_1}{RR_1} = 0. \end{aligned}\right.$$

» En différentiant l'équation (9) on obtiendra les deux suivantes

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial\xi}{\partial\rho} = -\frac{1}{H_1}\frac{\partial H}{\partial\rho_1}\xi_1 + \frac{\mu H}{R} + \frac{\lambda H\nu^2}{\theta^2} - \frac{H}{\theta},\\ &\frac{\partial\xi_1}{\partial\rho_1} = -\frac{1}{H}\frac{\partial H_1}{\partial\rho_1}\xi + \frac{\mu H_1}{R_1} - \frac{\lambda H_1\nu^2}{\xi^2} - \frac{H_1}{\theta}. \end{aligned}\right.$$

» Il ne reste plus qu'à calculer de deux manières les dérivées telles que $\frac{\partial^2\xi}{\partial\rho\,\partial\rho_1}$ pour obtenir les relations

$$\frac{\partial\log H\nu}{\partial\rho_1} = \frac{\partial\log\theta}{\partial\rho_1}, \qquad \frac{\partial\log H_1\nu}{\partial\rho} = \frac{\partial\log\theta}{\partial\rho},$$

d'où l'on déduit

$$H\nu = \theta\, f(\rho), \qquad H_1\nu = \theta\, f(\rho_1), \qquad \frac{H}{H_1} = \frac{f(\rho)}{f_1(\rho_1)}.$$

» En choisissant convenablement les paramètres des lignes de courbure on peut admettre que l'on aura $H = H_1$; et l'on reconnaît, dès à présent, que *toutes les solutions ultérieures du problème ne peuvent être fournies que par des surfaces isothermiques*.

» Faisant donc $H = H_1$, on aura, en désignant par m une constante et en remplaçant, pour la commodité des calculs, θ par $\frac{-1}{m\sigma}$,

$$H\nu = H_1\nu = -\frac{1}{\sigma\sqrt{m}}.$$

» En substituant dans les équations (9), (10), (12), on obtiendra le

système définitif

$$\mu^2 + \xi^2 + \xi_1^2 = 2m\lambda\sigma, \tag{13}$$

$$(14)\quad \left\{\begin{aligned}
&\frac{\partial\sigma}{\partial\rho} = \frac{\xi}{H}, \qquad \frac{\partial\lambda}{\partial\rho} = H\xi, \qquad \frac{\partial\mu}{\partial\rho} = -\frac{H\xi}{R},\\
&\frac{\partial\sigma}{\partial\rho_1} = -\frac{\xi_1}{H}, \qquad \frac{\partial\lambda}{\partial\rho_1} = H\xi_1, \qquad \frac{\partial\mu}{\partial\rho_1} = -\frac{H\xi_1}{R_1},\\
&\frac{\partial\xi}{\partial\rho} = Hm\xi + \frac{m\lambda}{H} + \frac{\mu H}{R} - \frac{\partial \log H}{\partial\rho_1}\xi_1, \qquad \frac{\partial\xi_1}{\partial\rho} = \frac{\partial\log H}{\partial\rho_1}\xi,\\
&\frac{\partial\xi}{\partial\rho_1} = \frac{\partial\log H}{\partial\rho}\xi_1, \qquad \frac{\partial\xi_1}{\partial\rho_1} = Hm\xi - \frac{m\lambda}{H} + \frac{\mu H}{R_1} - \frac{\partial\log H}{\partial\rho}\xi,
\end{aligned}\right.$$

qui sera complètement intégrable et qui sera même linéaire si l'on supprime la première équation qu'on peut regarder comme une intégrale particulière du système (14) formé par toutes les autres. L'intégrale générale contiendra, en comptant m, cinq constantes arbitraires se réduisant à quatre en raison de l'homogénéité. Ainsi :

» *Étant donnée une surface isothermique quelconque* (M), *on peut lui faire correspondre avec similitude des éléments infiniment petits et conservation des lignes de courbure, une infinité d'autres surfaces isothermiques* (M′) *qui, prises chacune avec* (M), *constituent les deux nappes d'une enveloppe de sphères.*

» C'est une généralisation de la propriété relative à la correspondance par plans tangents parallèles qui est due à M. Christoffel; mais, tandis que, pour le problème de M. Christoffel, la détermination de la surface correspondante dépend de trois quadratures seulement, nous avons ici un système d'équations linéaires dont l'intégration est loin d'apparaître immédiatement. Tout ce que je puis dire à ce sujet, c'est que, lorsque cette intégration aura été faite pour une surface isothermique donnée, elle le sera par cela même pour toutes celles, en nombre infini, qu'on peut en faire dériver par l'application indéfiniment prolongée de la méthode de récurrence que j'ai donnée aux n°s 434, 437 de mes *Leçons*.

» Avant de me limiter au cas spécial que j'ai en vue, je signalerai une propriété générale des surfaces isothermiques qui résulte très simplement des calculs précédents.

» Le système (2) admet, pour toute surface isothermique, la solution

$$\lambda = H^2\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_1}\right) + \lambda_0, \qquad \mu = -\frac{H^2}{2}\left(\frac{1}{R^2} - \frac{1}{R_1^2}\right) + \mu_0, \tag{15}$$

λ_0 et μ_0 étant des constantes.

» On peut donc toujours, *et cela sans effectuer aucune intégration,* déterminer des surfaces ayant même représentation sphérique qu'une surface isothermique donnée, ou complétant, avec elle, les deux nappes d'une enveloppe de sphères sur lesquelles se correspondent les lignes de courbure.

» En particulier, si l'on suppose nulles les constantes λ_0, μ_0, on trouvera que la sphère définie par l'équation

$$\frac{1}{4}[(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2]\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R'}\right) = c(X-x)+c'(Y-y)+c''(Z-z)$$

enveloppe, en même temps que la surface (M), une autre surface (M′) (qui n'est pas isothermique) et dont les lignes de courbure correspondent à celles de (M). En interprétant géométriquement, on a le théorème suivant :

» *Étant donnée une surface quelconque* (M), *on construit, en chacun de ses points* M, *la sphère tangente qui a pour centre le conjugué harmonique de* M, *par rapport au segment formé par les centres de courbure principaux. La condition nécessaire et suffisante pour que* (M) *soit isothermique est que cette sphère enveloppe, en même temps que* (M), *une surface* (M′) *dont les lignes de courbure correspondent à celles de* (M).

» Cette sphère a été considérée par M. Thybaut, dans sa récente Communication; la relation qu'elle a avec la surface ne change pas si l'on effectue une inversion quelconque; elle se réduit à un plan lorsque (M) est une surface minima; elle a un rayon constant pour les surfaces à courbure moyenne constante. »

MÉCANIQUE. — *Sur la loi des pressions dans les bouches à feu.* Note de M. VALLIER.

« Les formules de la Balistique intérieure donnent avec une approximation suffisante la vitesse initiale du projectile, ainsi que la pression maximum, mais non la loi de distribution de la pression en chaque point. Les mesures expérimentales sont également en défaut à cet égard. Il y a pourtant intérêt, surtout pour les études de résistance de l'arme ou des organes accessoires, à pouvoir évaluer cette pression, au moins avec un certain degré d'approximation, en partant des résultats acquis (vitesse et pression maximum).

» Dans cet ordre d'idées, si l'on examine les courbes figurant le développement de ces pressions (ou accélérations du projectile) en fonction du temps, on remarque que ces courbes s'élèvent très rapidement jusqu'au maximum et s'abaissent ensuite en présentant un point d'inflexion pour prendre une direction asymptotique à l'axe des temps.

» L'allure générale de telles courbes peut se représenter par une expression telle que

$$(1) \qquad P = P_0 \frac{t}{\theta} e^{1-\frac{t}{\theta}},$$

où P désigne la pression au point où se trouve le culot du projectile à l'instant t, P_0 la pression maximum et θ l'instant de cette pression, l'origine des temps étant fixée au moment où le projectile commence son mouvement.

» De cette expression (1) on déduit facilement les divers éléments du trajet dans l'âme sous forme explicite, à l'aide des relations suivantes :

$$(1 \textit{ bis}) \qquad m\frac{du'}{dt} = \omega P = \omega P_0 P(z),$$

$$(2) \qquad mu' = e\omega P_0 \theta V(z),$$

$$(3) \qquad mu = e\omega P_0 \theta^2 U(z),$$

où m représente la masse du projectile, u' sa vitesse en mètres, u l'espace parcouru en mètres également à l'instant t, ω la section droite de l'âme en centimètres carrés, P_0 la pression maximum par centimètre carré, e la base des logarithmes népériens, z le rapport $\frac{t}{\theta}$, enfin $P(z)$, $V(z)$ et $U(z)$ trois fonctions ayant pour expression respectivement

$$P(z) = ze^{1-z}, \qquad V(z) = 1-(1+z)e^{-z} \qquad \text{et} \qquad U(z) = z-2+(z+2)e^{-z}.$$

» Voici maintenant comme on peut, à l'aide de ces formules, dégager pratiquement la loi du régime des pressions.

» Soient U' et U la vitesse initiale et le parcours total du projectile à la bouche de la pièce, et α le rapport de la pression maximum à la pression moyenne qui, dans le même parcours, communiquerait au projectile la vitesse U'; on a

$$(4) \qquad \alpha = 2\omega P_0 U : mU'^2.$$

» Ce paramètre α est souvent employé comme caractéristique de la vivacité de la poudre dans chaque cas particulier. Il reste voisin de 3 pour

les poudres noires, et de 2 à 1,6 environ pour les poudres sans fumée. Il a pour expression analytique, avec nos notations,

$$(5) \qquad \alpha = \frac{2}{e}\,\frac{U(Z)}{V^2(Z)},$$

Z représentant la valeur $\frac{T}{\theta}$ de z au moment T de la sortie du projectile.

Enfin, en divisant membre à membre les équations (2) et (3) on aura, pour la même valeur Z de z,

$$(6) \qquad \theta = \frac{U}{U'}\,\frac{V(Z)}{U(Z)} = \frac{2}{e}\,\frac{U}{U'} \times \frac{1}{\alpha V(Z)} = \frac{U}{U'}\,\theta(\alpha),$$

en désignant par $\theta(\alpha)$ le facteur $\frac{2}{e\alpha V(Z)}$,
Z étant donné en fonction de α par la relation (5).

» On voit aisément que la position du point de pression maximum et la vitesse en ce point, obtenues en faisant $z = 1$ dans les relations (2) et (3), ont pour valeur

$$(7) \qquad \begin{cases} mu'_0 = (e-2)\omega P_0 \theta = 0,7182\,\omega P_0 \theta, \\ mu_0 = (3-e)\omega P_0 \theta^2 \qquad \text{ou} \qquad u_0 = 0,392\,u'_0 \theta. \end{cases}$$

» D'après tout ce qui précède, pour obtenir avec une approximation suffisante les pressions en chaque instant du parcours, on procédera comme il suit :

» Calculer (α) par la formule (4) et en déduire θ par la formule (6). Évaluer ensuite les divers éléments en fonction du temps par les relations (1 *bis*), (2) et (3), ainsi que par les formules (7) pour le point du maximum de pression.

» Les Tables sommaires qui suivent ont été calculées pour simplifier les recherches précédentes :

α.	Z.	$\theta(\alpha)$.
1,5	3,17	0,594
1,6	3,40	0,542
1,7	3,62	0,497
1,8	3,83	0,459
1,9	4,03	0,426
2,0	4,23	0,398
2,1	4,42	0,374
2,2	4,60	0,353
2,3	4,77	0,335
2,4	4,94	0,319
2,5	5,10	0,305
2,75	5,52	0,276
3,00	5,90	0,250

z.	P(z).	V(z).	U(z).
1,5	0,910	0,442	0,281
2,0	0,734	0,594	0,541
2,5	0,558	0,701	0,869
3,0	0,406	0,805	1,249
3,5	0,287	0,868	1,666
4,0	0,198	0,909	2,110
4,5	0,136	0,939	2,572
5,0	0,092	0,962	3,047
5,5	0,061	0,973	3,511
6,0	0,015	0,983	4,020

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux cycliques qui contiennent un système de géodésiques.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« J'emploierai, pour les surfaces rapportées à leurs lignes de courbures, les notations et formules suivantes : je désigne par u et v les paramètres des lignes de courbures, par MT, MS les tangentes en un point M de la surface quand u et v varient sur h respectivement; par T et S les seconds foyers des congruences (MT), (MS); par F et φ les centres de courbures des lignes MT, MS; il en résulte que les secondes tangentes des réseaux F et φ sont les droites FS et φT.

» Je représente le ds^2 de la surface par $h^2\,du^2 + l^2\,dv^2$; celui de la représentation sphérique par $a^2\,du^2 + b^2\,dv^2$.

» Je pose ensuite

$$m = \frac{1}{b}\frac{\partial a}{\partial v} = \frac{1}{l}\frac{\partial h}{\partial v},$$

$$n = \frac{1}{a}\frac{\partial b}{\partial u} = \frac{1}{h}\frac{\partial l}{\partial u}.$$

On sait qu'on a

$$(1)\qquad \frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} + ab = 0.$$

Cela posé, je vais chercher dans quels cas le réseau F (ou ce qui revient au même, la congruence MT) est cyclique.

» Les cosinus directeurs de MT satisfont à l'équation

$$(2)\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{n}\frac{\partial n}{\partial u}\frac{\partial \theta}{\partial v} + mn\theta.$$

Pour que la congruence (MT) soit cyclique [1], il faut que l'on ait

$$1 = U^2 + n^2V^2.$$

» On peut toujours, par un changement de variables, multiplier n par une fonction quelconque de v; alors n sera une fonction de u seul.

---

[1] *Sur les systèmes orthogonaux et cycliques* (*Annales de l'École Normale*, Chap. III; 1897-1898).

[M. Bianchi, *Sopra alcune nuove classi di superficie* (*Annali di Mathematica*, t. XVIII; 1855-1856).]

» Si $n=0$, la surface M est une surface de Monge; ce cas n'offre aucun intérêt, le réseau F est tracé sur une développable.

» Si $n=1$, le point F décrit une surface de Voss. J'ai étudié ce cas dans mon Mémoire *Sur les surfaces à courbure totale constante*, etc. (*Annales de l'École Normale*; 1890).

» Prenons le cas général, on peut supposer $n=u$. En prenant comme inconnue b, l'équation (1) donne

$$\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{1}{b}\frac{\partial^2 b}{\partial u\,\partial v}\right)+b\frac{\partial b}{\partial u}+u=0. \tag{3}$$

C'est cette équation du troisième ordre qui permet d'obtenir la représentation sphérique des surfaces (M).

» L'équation (2) est à invariants égaux; si on la ramène à la forme canonique de M. Moutard, elle admettra trois solutions dont la somme des carrés est une fonction de u. Il en résulte que la congruence (MT) (ou le réseau F) est plusieurs fois cyclique. Donc :

» *Si un réseau G est C, il est C d'une infinité de manières.*

» Il est facile d'en déduire des propriétés des surfaces M. Soit F′ un réseau applicable sur le réseau F; F′ contiendra aussi un système de géodésiques; prenons sur la tangente à la géodésique une longueur $F'M'=FM$. Le point M′ décrira une surface rapportée à ses lignes de courbure. Pour cette surface (M′) on aura

$$h'=h\mathrm{U},\qquad a'=a\mathrm{U},\qquad m'=m\mathrm{U}.$$
$$l'=l,\qquad b'=b,\qquad n'=n\frac{1}{\mathrm{U}}.$$

» On en déduit immédiatement les résultats suivants :

» *A chaque surface* (M) *on peut faire correspondre une infinité de surfaces* (M′) *telles que :*

» 1° *Les rayons de courbures correspondants sont égaux;*

» 2° *Les lignes de courbure $u=$ const. ont même longueur;*

» 3° *Les lignes de courbure $v=$ const. ont même rayon de courbure aux points correspondants.*

» La congruence (MT) étant plusieurs fois C, il y aura ∞^2 réseaux θ qui lui seront harmoniques; soit μ l'un de ces réseaux; la tangente μM à ce réseau est 2O. Réciproquement, si μ décrit un réseau O, dont une

tangente μt est 2O, il y aura sur μt deux points M et M′ qui décrivent des réseaux O. La tangente au réseau M, qui est située dans le plan tangent à μ, décrit une congruence C dont le réseau focal M est O; donc le problème posé se ramène au suivant :

» *Trouver toutes les surfaces* (M) *telles que la tangente* (MT) *à l'une des lignes de courbure décrive une congruence* 2O.

» Le réseau F sera par conséquent un réseau G et 2O. Pour que la congruence (MT) soit 2O, il faut que l'équation (2) admette deux relations dont la somme des carrés est égale à l'unité; en appelant $\sin\varphi$ et $\cos\varphi$ ces deux relations, on trouve :

$$n = v\frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad m = -\frac{1}{V}\frac{\partial\varphi}{\partial u}.$$

Le réseau H est donc *associé* à un réseau plan. (*Voir* ma Note sur les réseaux O associés : *Comptes rendus*, 1897.)

» On en déduit les propriétés suivantes de ces surfaces : *A chaque surface, qui est une solution du second problème, on peut faire correspondre une infinité de surfaces analogues, telles que :*

» 1° *Les rayons de courbures correspondants sont égaux ;*

» 2° *Les lignes de courbure* $v =$ const. *ont leurs axes correspondants proportionnels*. (Le rapport de proportionnalité ne peut pas devenir égal à 1.)

» On ne sait pas intégrer l'équation (3), mais on peut en trouver des solutions qui renferment une fonction arbitraire. Voici une solution qui est mise immédiatement en évidence par la Géométrie. Prenons sur une quadrique de révolution un système de géodésiques et leurs courbes conjuguées ; le réseau ainsi formé est G et 2O. Donc :

» *Les surfaces dont les normales touchent une quadrique de révolution sont des solutions du second problème.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Dirichlet.* Note de M. **Lerch**, présentée par M. Hermite.

« Il y a deux années, je me suis occupé des séries de Dirichlet

$$f(s) = \sum (l_{\nu+1} - l_\nu)\, l_{\nu+1}^{-1} l_\nu^{-s} \qquad (\nu = 0, 1, 2, \ldots),$$

en cherchant leur caractère analytique aux environs du point $s = 0$. Les

quantités l_0, l_1, l_2, ... ($\lim l_\nu = \infty$) sont supposées réelles, positives et rangées suivant grandeur. Dans deux cas, assez généraux, je suis parvenu à des résultats simples.

» 1° Supposons qu'il existe une quantité $\gamma(<1)$ telle que le quotient $\frac{l_{\nu+1} - l_\nu}{l_{\nu+1}^\gamma}$ reste fini pour ν infini. Alors la différence $f(s) - \frac{1}{s}$ est une fonction régulière en tout point s situé à droite de l'ordonnée menée par le point $s = \gamma - 1$. La valeur de cette fonction au point $s = 0$ est égale à la limite

$$\lim_{n=\infty}\left(\sum_{\nu=0}^{n-1}\frac{l_{\nu+1} - l_\nu}{l_{\nu+1}} - \log l_n\right).$$

» Si la limite

$$\lim_{\nu=\infty}\frac{\log(l_{\nu+1} - l_\nu)}{\log l_{\nu+1}}$$

existe, elle jouera le rôle de γ; en particulier, si cette limite est infinie, la différence $f(s) - \frac{1}{s}$ est une transcendante entière. Tel est le cas où $l_\nu = \log(\nu + 2)$.

» Supposons $\lim\limits_{\nu=\infty}\frac{l_{\nu+1}}{l_\nu} = c > 1$, et admettons que la quantité

$$c^{\gamma\nu}\left(\frac{l_{\nu+1}}{c l_\nu} - 1\right)$$

reste finie pour ν infini.

» Alors la différence

$$f(s) - \frac{c-1}{c}\,\frac{l_0^{-s}}{1 - c^{-s}}$$

est une fonction régulière à tout point situé à droite de l'ordonnée menée au point $s = -\gamma$. En particulier, au point $s = 0$, la valeur de la fonction s'exprime par la limite

$$\frac{c-1}{c}\,\frac{\log l_0}{\log c} + \lim_{n=\infty}\left(\sum_{\nu=0}^{n=1}\frac{l_{\nu+1} - l_\nu}{l_{\nu+1}} - \frac{c-1}{c}\,\frac{\log l_n}{\log c}\right).$$

» La différence considérée est une transcendante entière, si l'on a

$$\lim_{\nu=\infty}\frac{\log\dfrac{c l_\nu}{|\,l_{\nu+1} - c l_\nu\,|}}{\nu\log c} = \infty.$$

» Le cas de $l_\nu = \nu + x$ qui est du premier type, conduit à la fonction gamma. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la polarisation vraie des diélectriques placés dans un champ électrique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« M. Bouty, dans son travail sur les condensateurs en mica (¹), a émis l'idée que les charges résiduelles et phénomènes connexes présentés par les condensateurs à diélectrique solide s'expliquaient en admettant un résidu dans la polarisation du diélectrique persistant après la disparition du champ.

» Pour rendre l'idée de M. Bouty indépendante de la théorie de la polarisation fictive (²), je dirai :

» *Un diélectrique* (solide ou liquide), *placé brusquement dans un champ électrique constant prend une polarisation, qui n'est pas instantanée, mais qui croît avec le temps et atteint asymptotiquement un maximum. Si le champ vient à cesser, la polarisation décroît et redevient nulle au bout d'un certain temps, théoriquement infini.*

» Cette idée, ainsi précisée, constitue-t-elle une simple hypothèse, commode pour expliquer les phénomènes résiduels, ou est-elle l'expression d'une réalité?

» L'expérience suivante donne une preuve directe de l'existence d'une semblable polarisation.

» Rappelons d'abord qu'un corps, primitivement à l'état neutre, puis polarisé, reste à l'état neutre à son intérieur et ne manifeste que des charges électriques superficielles positives sur une face, négatives sur l'autre, égales en valeur absolue; en outre, si l'on vient à couper le corps polarisé, *les nouvelles faces obtenues par la rupture présentent des charges électriques égales et de signes contraires*. C'est ce dernier point qui constitue précisément le fait de la polarisation.

» J'ai opéré sur l'ébonite. Pour diverses raisons, on ne pouvait songer à fendre avec une scie un bloc d'ébonite pour constater sa polarisation.

(¹) *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, p. 288; 1890.

(²) J'ai reconnu que le cas indiqué dans ma dernière Note (p. 1218) peut être expliqué par la théorie de la polarisation fictive. Mais, quand même cette théorie s'accorderait avec tous les phénomènes, ce qui n'est pas prouvé, elle n'en serait pas moins une théorie hypothétique inutile, comme je l'ai montré dans mon Mémoire *Sur l'Électrostatique non fondée sur les lois de Coulomb*, et, par conséquent, elle doit être abandonnée, à mon avis.

J'ai donc fendu le bloc à l'avance, c'est-à-dire que j'ai pris deux plaques d'ébonite (10^{cm}, 7^{cm}, 1^{cm}), taillées dans un même morceau et rodées, de façon qu'elles puissent s'appliquer exactement l'une sur l'autre en reconstituant le bloc primitif. Un manche en ébonite, fixé à chacune d'elles, permettait de les manier.

» Après désélectrisation préalable, ces plaques, mises en contact de façon à constituer un bloc, étaient placées horizontalement entre les armatures horizontales d'un condensateur plan A. Des feuilles d'ébonite, collées sur les faces en regard de ces armatures et débordant celles-ci, protégeaient les plaques contre l'électrisation par aigrettes. Ce condensateur était chargé par le jeu d'un commutateur de grandes dimensions qui mettait en rapport les armatures de celui-ci avec celles d'une batterie chargée. On créait ainsi brusquement un champ électrique, dont les lignes de forces étaient perpendiculaires aux faces des plaques. On laissait agir ce champ pendant un temps qui a varié de trente à cent vingt secondes; puis, ayant ramené les armatures au même potentiel, on enlevait la plaque supérieure; elle était immédiatement placée entre les armatures planes et verticales d'un petit condensateur B, celles-ci étant juste distantes de la quantité nécessaire pour que la plaque puisse être introduite sans frottement; l'une des armatures communiquait avec une conduite de gaz, l'autre avec l'aiguille d'un électromètre dont les quadrants étaient chargés par les pôles d'une pile reliée en son milieu à la conduite de gaz. On voyait aussitôt l'aiguille dévier dans un certain sens; si l'on retournait la plaque face pour face dans le condensateur B, l'aiguille déviait dans l'autre sens, indiquant que les deux faces de la plaque d'ébonite étaient chargées d'électricité de signes contraires. A chaque retournement de la plaque, la déviation changeait de sens; mais ces déviations diminuaient avec le temps et, au bout de trois ou quatre minutes, devenaient insensibles. Dans la plupart des expériences, avant d'introduire la plaque dans le condensateur B, on la plaçait dans un petit cylindre de Faraday, formé d'une boîte rectangulaire en clinquant, juste assez large pour recevoir la plaque sans frottement, communiquant avec l'aiguille de l'électromètre et bien isolé. Or, dans plusieurs expériences, la charge totale de la plaque mesurée ainsi fut trouvée nulle ou insignifiante, tandis que, en mettant ensuite la plaque dans le condensateur B, on avait une déviation de toute la longueur de l'échelle, au premier moment.

» Ces expériences ne laissent aucun doute sur l'état de polarisation du bloc d'ébonite dont la plaque représente la moitié. Il est impossible d'ex-

pliquer ce phénomène par une conductibilité dans la masse ou par la surface, car la plaque aurait eu une charge totale déterminée, positive ou négative suivant le sens du champ, constatable par le cylindre de Faraday. Du reste, une étude que j'ai faite de la conductibilité de l'ébonite, sur les plaques mêmes qui m'avaient servi, a montré qu'elle était beaucoup trop faible pour produire les phénomènes observés.

» Les conséquences de cette polarisation des diélectriques se produisant conformément à l'énoncé donné en tête de cette Note, et qu'on pourrait appeler la *loi de la polarisation*, sont nombreuses et importantes; elles seront l'objet d'un Mémoire. Je signalerai, en particulier, que les trois lois trouvées expérimentalement, par M. Jacques Curie, pour la conductibilité apparente des diélectriques, s'obtiennent, *a priori*, en partant de cette loi de la polarisation. En s'appuyant sur le fait que le pouvoir inducteur spécifique, mesuré par les méthodes ordinaires, devient constant dès que le temps pendant lequel le diélectrique est soumis à l'action du champ est suffisamment petit, le Mémoire montrera que, conformément à l'énoncé de la loi, *la polarisation n'est pas instantanée*. Enfin, plusieurs relations susceptibles de vérifications expérimentales numériques y seront établies. »

PHYSIQUE. — *Polymérisation des vapeurs anomales : peroxyde d'azote et acide acétique*. Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré [1] que la variation de la densité du chlore avec la température, dans les limites où elle a pu être déterminée avec quelque certitude, est en parfait accord avec la théorie des états correspondants, et qu'il n'y a nullement lieu d'invoquer la dissociation de la molécule du chlore pour expliquer ces variations, si grandes qu'elles aient pu paraître.

» I. *Peroxyde d'azote*. — Tout autre est le cas de l'hypoazotide (Az^2O^4) dont la molécule se dédouble nettement à mesure qu'on élève la température ou qu'on diminue la pression, ainsi que nous allons le voir en étudiant les expériences de M. Natanson [2].

» J'ai cherché d'abord à représenter par des courbes la densité de cette vapeur en fonction de la pression, pour chacune des températures auxquelles une série d'expé-

(1) A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 937.

(2) *Annalen der Physik und Chemie*, 2e série, t. XXVII, p. 614.

riences a été exécutée. Or, malgré le soin qui paraît avoir été apporté à ce travail difficile, les points qui correspondent aux faibles pressions ($p < 10^{cm}$ de mercure, par exemple), même aux températures moyennes, forment des constellations trop diffuses pour être utilisées.

» Quant aux expériences faites au-dessus de 100°, leurs difficultés se traduisent par une incohérence encore plus grande des résultats. J'ai donc dessiné tout d'abord la courbe des *densités calculées* ([1]), c'est-à-dire obtenues au moyen de mes formules en supposant qu'il n'y ait point polymérisation.

» Il est clair que la courbe expérimentale doit se confondre avec celle-ci lorsque la dissociation est complète et se tenir au-dessus d'elle dans le cas contraire et s'en écarter de plus en plus à mesure que la pression augmente.

» Une difficulté particulière se présente ici : nous ne connaissons que la température critique de ce corps, et il est impossible de savoir à quelle série il appartient. Mais, après quelques essais, j'ai reconnu que l'ensemble des résultats obtenus aux températures élevées s'accorde bien avec cette double hypothèse : AzO^2 appartient à la série normale et sa pression critique est de 130^{atm} environ (point critique : 171° d'après M. Nadejdine). Il est bon de dire qu'une erreur de 10^{atm} n'altérerait que de 0,0003 les densités à 151°; elle influerait davantage sur les densités aux températures inférieures, mais non sur les conclusions.

» J'ai rapproché dans le Tableau ci-après un certain nombre de *densités expérimentales* D (relevées en général sur les courbes et non directement dans les Tableaux), des *densités calculées* d. J'en ai déduit ensuite la fraction f de substance polymérisée, en admettant que la densité de Az^2O^4 fût exactement double de celle de AzO^2,

$$f = \frac{2(D - d)}{D}. \tag{1}$$

t.	p.	d.	D observé.	f.	ϖ.	D calculé.
°	cm					
−12,6	11,5	1,5932	2,944	0,920	0,3	»
0	11,5	1,5922	2,735	0,836	1	»
	25	1,5982	2,902	0,899		
21	58	1,6030	2,724	0,823	7,5	»
49,7	11,5	1,5910	1,820	0,252	65	1,791
	25	1,5932	1,954	0,370		1,958
	58	1,5996	2,204	0,548		2,180
73,7	11,5	1,5902	1,660	0,084	275	1,653
	25	1,5917	1,720	0,149		1,715
	58	1,5960	1,838	0,263		1,838

([1]) A. LEDUC, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 703, et *Annales de Chimie et de Physique*; septembre 1898.

t.	p.	d.	D observé.	f.	ϖ.	D calculé.
99,8	11,5	1,5896	1,615	0,031	1072	1,605
	25	1,5908	1,632	0,050		1,626
	58	1,5940	1,672	0,093		1,672
	76	1,5958	1,695	0,117		1,695
151,4	11,5	1,5890	1,5907	inappréciable	∞	»
	47,5	1,5907	1,5882			
	66,6	1,5923	1,5927			
	76	1,5930	»			

» *Application de la théorie de M. Gibbs.* — MM. Natanson ainsi que plusieurs autres savants ont essayé de relier leurs résultats au moyen des formules relatives à la dissociation. Ces tentatives faites au moyen de données expérimentales assez incertaines et de la densité *théorique* (constante) ne pouvaient fournir que des indications grossières. Nous pouvons faire beaucoup mieux.

» 1° *Température constante.* — La formule de Guldberg et Waage se réduit ici à

$$\frac{p_1^2}{p_2} = \varpi \,(\text{const.}). \tag{2}$$

» On en déduit aisément, au degré d'approximation que comporte la théorie (pression totale $p = p_1 + p_2$),

$$\varpi = p\frac{(2d - \mathrm{D})^2}{d(\mathrm{D} - d)}, \tag{3}$$

$$\mathrm{D} = d\left[2 + \frac{\varpi}{2p} - \sqrt{\frac{\varpi}{2p}\left(2 + \frac{\varpi}{2p}\right)}\right]. \tag{4}$$

» J'ai inscrit dans le Tableau ci-dessus les valeurs de ϖ aux températures $\leqq 100°$, puis quelques densités (D_{cal}), déduites de la formule (4). L'accord avec l'expérience peut être jugé satisfaisant.

» 2° *Influence de la température.* — D'après M. Gibbs, la valeur de ϖ serait liée à la température par la formule

$$\log\varpi = a + b\log\mathrm{T} + \frac{c}{\mathrm{T}}. \tag{5}$$

» Or il ne paraît pas douteux que ϖ tende vers o pour une température peu inférieure à $-13°$ ($\mathrm{T} = 260$) et non pour $\mathrm{T} = 0$, et qu'il augmente indéfiniment aux approches d'une température voisine de 151°, et qui ne paraît point supérieure, en tous cas, au point critique.

» *Conclusion.* — On ne peut donc point dire que la théorie de M. Gibbs soit pleinement confirmée par les expériences de M. Natanson. Mais il faut bien se garder de déclarer, avec ces auteurs, que cette théorie est en désaccord avec les faits, même en ce qui concerne les observations à température constante. Cette conclusion inexacte a été amenée surtout par la considération de la densité théorique, constante, au lieu de la densité calculée d, qui dépend de la température et de la pression.

» II. *Acide acétique.* — Un calcul semblable au précédent, effectué d'après les données de Cahours, d'une part, et de M. Horstmann, d'autre part, montre que la fraction f atteint à 130°, sous la pression atmosphérique, 0,62 suivant l'un et 0,63 suivant l'autre, en admettant qu'il y ait *gémination* des molécules. Au point d'ébullition (118°,5), on aurait $f = 0,72$.

» Aux températures plus élevées, les nombres de Cahours sont nettement inférieurs aux densités calculées (à 250° : $D = 2,08$ tandis que $d = 2,092$) et par suite inacceptables.

» Ceux de Horstmann demeurent au contraire $> d$, et indiquent que la dissociation totale n'a lieu que vers 275° ou 300°, quoique très probablement avant le point critique.

» *Remarque.* — Aux températures basses, l'hypoazotide liquide est formé uniquement de molécules géminées; à la température ordinaire, c'est un mélange de molécules simples et de molécules doubles, dans lequel les premières sont de plus en plus nombreuses à mesure que la température s'élève. C'est ce second cas qui se présente pour l'acide acétique à la température d'ébullition normale.

» *Conséquence.* — Ces calculs conduisent à la valeur $i = 1,02$ pour le *coefficient isotonique* des solutions acétiques très diluées, d'après les expériences de M. Raoult (moyenne). Ce nombre, quoique différant un peu de celui calculé par ce savant, est conforme à ses conclusions ($i = 1$) si l'on tient compte du degré d'approximation des expériences ébullioscopiques. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure en longueurs d'onde des dimensions d'un cube de quartz de 4^cm de côté.* Note de MM. **Ch. Fabry**, **J. Macé de Lépinay** et **A. Perot**, présentée par M. A. Cornu.

« Le cube dont nous nous sommes proposé de mesurer les dimensions est le cube de quartz qui a déjà été étudié par M. Macé de Lépinay en vue

de la détermination du kilogramme par une méthode basée sur l'observation des franges de Talbot et la mesure de l'indice du quartz ([1]). Nous avons employé la méthode interférentielle précédemment décrite par deux d'entre nous ([2]). La mesure était simplifiée par cette circonstance particulière que l'on avait déjà une valeur très approchée des longueurs à mesurer, de telle sorte que l'observation d'une coïncidence des franges vertes et rouges du cadmium suffit pour fixer sans ambiguïté leurs numéros d'ordre.

» Rappelons en quelques mots le principe de la méthode : on comprend le solide à mesurer entre deux plans de verre argenté A, A′, de telle façon que les faces a, a' du solide soient parallèles à ces plans. L'épaisseur d'air comprise entre A et A′ est alors la somme de l'épaisseur du solide et de celles des deux lames d'air aA et a'A′ comprises entre les faces a, a' et les plans A, A′. Le solide étant interposé entre les plans sur leur moitié inférieure seulement, on peut, en opérant sur les moitiés supérieures de ceux-ci, mesurer l'intervalle AA′ par des opérations déjà décrites, l'un des plans étant mobile par flexion. Les petites épaisseurs aA et a'A′ sont mesurées à l'aide de *lames étalons* par l'observation de franges de superposition.

» L'orientation de la face a du solide relativement au plan A est réglée par l'observation de franges en lumière monochromatique (arc au mercure) ; celle des deux plans est obtenue d'abord par l'observation d'images par réflexions multiples, et finalement par celle des anneaux à l'infini ; la symétrie parfaite de ce système d'anneaux permet de vérifier à chaque instant, avec un haut degré de précision, que les deux surfaces argentées sont exactement parallèles, seule condition nécessaire pour que la mesure soit correcte. Enfin, les intervalles aA et a'A′ sont amenés à l'épaisseur voulue (50μ à 100μ), en déplaçant parallèlement le cube et le plan A′.

» Ces réglages faits, il suffit que deux observateurs mesurent simultanément l'un l'intervalle AA′, l'autre les distances aA et a'A′. Ces dernières sont déterminées à 1^{mm} de la face supérieure du cube, à l'aplomb d'un repère placé sur cette face. On voit que l'on mesure une dimension bien déterminée du solide. La méthode s'appliquerait en toute rigueur à un solide à faces peu régulières : il ne serait pas nécessaire qu'il fût transparent.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XI, p. 102; 1897.
([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVI, p. 289; 1899.

» Le premier observateur amène les anneaux à un aspect bien déterminé; le second lit aussitôt les positions des deux franges blanches de coïncidence sur la lame étalon, et, de suite, le premier vérifie que l'aspect des anneaux est resté le même. Ils déterminent alors simultanément, l'un le numéro d'ordre de l'anneau choisi, l'autre les épaisseurs de la lame étalon par une observation à la lumière du cadmium.

» L'ensemble de la mesure est ainsi fait en quelques secondes, et donne dans tous les cas la *valeur actuelle* de l'épaisseur cherchée. Il faut seulement que la variation de température soit assez lente pour que celle du cube puisse être exactement connue; des écrans enveloppant l'appareil ont été utilisés dans ce but.

» Voici les résultats d'une série de mesures effectuées sur une même dimension :

Épaisseur (1-4-6) *à zéro, en microns.*

	$40\,106{,}89^{\mu}$
	40 106,84
	40 106,78
Moyenne...	40 106,84

» Les nombres obtenus ont été toujours inférieurs, de $0^{\mu},24$ à $0^{\mu},40$, à ceux donnés par M. Macé de Lépinay. Une erreur par défaut de 4 unités du sixième ordre décimal sur l'indice suffit à expliquer cette divergence [1].

» De pareilles mesures absolues doivent nécessairement être complétées par des mesures différentielles ayant pour but d'étudier les variations d'épaisseur d'un point à l'autre de chacun des trois couples de faces. C'est ce qu'avait déjà fait M. Macé de Lépinay au moyen des franges de Talbot. Nous nous proposons de reprendre ces mesures par une autre méthode interférentielle plus directe et plus sensible. »

---

(1) Cette divergence est due vraisemblablement à une erreur systématique dans le réglage par autocollimation des tirages de la lunette et du collimateur. Dans un travail de revision entrepris par M. Macé de Lépinay et encore inachevé, la méthode de réglage adoptée, plus précise, repose sur ce fait que, si les tirages sont exacts, la somme des angles mesurés d'un prisme équilatéral bien taillé doit être trouvée égale à 180°.

OPTIQUE. — *Points de Bravais et pôles.* Note de M. **Pierre Lefebvre**, présentée par M. Lippmann ([1]).

« Dans une Note présentée récemment à l'Académie, j'ai montré l'existence, dans un système optique centré, de points remarquables auxquels j'ai donné le nom de *pôles du système* et dont l'existence est corrélative de celle des points de Bravais. Entre les pôles et les points de Bravais existent de nombreuses relations; j'en citerai quelques-unes qui permettent de rechercher les premiers en se servant des constructions et calculs faits pour rechercher les autres.

» H étant la constante de la relation de Newton entre les foyers et les points conjugués

$$\overline{FB}.\overline{F'B'} = -H,$$

nous avons vu que H était le carré de la distance d'un foyer à un pôle; c'est aussi le produit des distances des points de Bravais au foyer. Il en résulte immédiatement, d'après les propriétés des faisceaux de circonférences orthogonales que :

» *Une circonférence* C (*ou une droite*) *passant par les points de Bravais et une circonférence* Γ (*ou une droite*) *passant par deux pôles et située dans le même plan se coupent orthogonalement* ([2]).

» Dans les constructions géométriques, l'une des deux paires de points est déterminée, en général, par l'intersection de deux circonférences (ou une circonférence et une droite). Si les deux lignes ne se coupent pas, les circonférences et droite orthogonales se couperont, au contraire, réellement et détermineront les points corrélatifs.

» A la propriété géométrique précédente correspond la propriété métrique suivante :

» *La distance d'un point quelconque de l'axe à un pôle est moyenne géométrique de ses distances aux points de Bravais.*

» D'autre part, la droite qui joint les pôles est évidemment équidistante des points de Bravais. Donc :

» *La distance d'un point quelconque de l'axe à la droite qui joint les pôles est moyenne arithmétique de ses distances aux points de Bravais.*

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 930.

([2]) Les points de Bravais et les pôles sont les sommets d'un losange ayant pour côtés des droites isotropes. Ces côtés ont une longueur nulle.

» De ces deux dernières propriétés résulte que les calculs faits pour la recherche des points de Bravais pourront être utilisés immédiatement à la recherche des pôles. En effet, la première paire de points sera définie, en général, par une équation du second degré donnant les distances des points de Bravais à une origine prise sur l'axe. Les pôles seront complètement et simplement définis par les coefficients mêmes de l'équation; le produit des racines sera, d'après l'une de ces propriétés, le carré de la distance de l'origine au pôle; la somme des racines, d'après l'autre, sera le double de la distance de la ligne des pôles à l'origine.

» Nous allons appliquer ces relations à la question suivante d'ordre très général, car c'est au fond le problème général de la recherche des pôles :

» Étant donnés deux systèmes optiques de même axe par la position de leurs foyers F_1, F'_1, F_2, F'_2 et la valeur des constantes H_1 et H_2 relatives aux systèmes, et supposant qu'ils superposent leurs effets, trouver les conditions pour que le système résultant ait des pôles et définir la position de ces pôles.

» Soient B_1 un point de l'axe, B son image par rapport au premier système, B_2 l'image définitive par rapport au second,

$$\overline{F_1 A_1}.\overline{F'_1 B} = -H_1, \qquad \overline{F_2 B}.\overline{F'_2 B_2} = -H_2.$$

» Les points de Bravais S s'obtiendront en exprimant que B_1 et B_2 coïncident en S

$$\overline{F'_1 F_2}.\overline{F_1 S}^2 - (\overline{F_1 F'_2}.\overline{F'_1 F_2} + H_2 - H_1)\overline{F_1 S} - H_1 \overline{F_1 F'_2} = 0.$$

» Le produit des distances de F_1 aux points de Bravais sera donc

$$-H_1 \frac{\overline{F_1 F'_2}}{\overline{F'_1 F_2}}.$$

» Donc si ω est un pôle du système résultant

$$\overline{F_1 \omega}^2 = -H_1 \frac{\overline{F_1 F'_2}}{\overline{F'_1 F_2}}$$

et de même

$$\overline{F'_2 \omega}^2 = -H_2 \frac{\overline{F_1 F'_2}}{\overline{F'_1 F_2}}.$$

» La position du pôle est ainsi définie par ses distances aux foyers extrêmes F_1, F'_2. $\overline{F_1\omega}$ et $\overline{F'_2\omega}$ ne sont réels que si :

» 1° H_1 et H_2 sont de mêmes signes, c'est-à-dire si le système résultant comporte un nombre pair de réflexions ou aucune ;

» 2° $\overline{F_1F'_2}$ et $\overline{F'_1F_2}$ sont des segments de même sens si H_1 et H_2 sont négatifs, de sens contraire si H_1 et H_2 sont positifs.

» Il faudra, en outre, pour que le pôle ω soit réel, que l'on puisse former un triangle avec $F_1\omega$, $F'_2\omega$ et $F_1F'_2$. On pourra alors former aussi un triangle avec les longueurs proportionnelles

$$\sqrt{\mp H_1}, \quad \sqrt{\mp H_2}, \quad \sqrt{\pm \overline{F_1F'_2}.\overline{F'_1F_2}}$$

(les signes se correspondant). Ce dernier triangle construit, on construira sur $F_1F'_2$ le triangle semblable ([1]).

» Les formules et règles précédentes sont immédiatement applicables aux lentilles épaisses, aux systèmes de deux lentilles minces ou épaisses, aux systèmes de deux miroirs.

» En particulier, dans un système de deux miroirs (considéré comme donnant lieu à une réflexion sur chaque miroir), on voit de suite que le pôle sera donné par le troisième sommet du triangle ayant la distance des foyers comme base et les distances focales correspondantes pour côtés. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le dosage du phosphure d'hydrogène dans les mélanges gazeux*. Note de M. **A. Joannis**.

« Le dosage du phosphure d'hydrogène peut s'effectuer, comme on le sait, en absorbant ce gaz soit par le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, soit par une dissolution de sulfate de cuivre. On préfère d'ordinaire ce dernier procédé parce que le chlorure cuivreux attaque le mercure. L'emploi du sulfate présente certaines particularités. Si l'on met, par exemple, en présence de 2 molécules de sulfate de cuivre en solution, un mélange contenant 2 molécules de phosphure d'hydrogène, on observe

---

([1]) F_1 et F'_2 étant évidemment deux points conjugués, l'angle caractéristique a son cosinus donné par la relation

$$\cos^2 \overline{F_1\omega F'_2} = \frac{\mp(H_1 + H_2 + \overline{F_1F'_2}.\overline{F'_1F_2})}{4\sqrt{H_1H_2}}.$$

les faits suivants : au début, l'absorption est insensible, puis la dissolution verdit un peu et presque aussitôt un louche brun puis un précipité noir ne tardent pas à apparaître ; à partir de ce moment, l'absorption lente au début, devient rapide par l'agitation et l'on reconnaît bientôt que la solution des 2 molécules de sulfate a absorbé $1^{mol},5$ de phosphure; il reste donc un excès de ce gaz; quelques secondes après le volume du gaz restant se met à augmenter assez rapidement parce qu'il se dégage un gaz qui est du phosphure d'hydrogène sensiblement pur; il s'en dégage $0^{mol},5$; si l'on fait alors passer dans l'éprouvette une nouvelle dose de sulfate de cuivre et qu'on agite, c'est immédiatement cette fois que commence l'absorption du phosphure d'hydrogène restant. Si, au contraire, on emploie du premier coup une quantité de sulfate de cuivre suffisante (plus de 2 molécules pour 1 molécule de phosphure) le gaz est absorbé totalement sans phénomène de dégagement postérieur. En outre, le résultat de l'analyse est un peu différent; voici, par exemple, les proportions obtenues en analysant par quatre procédés différents ([1]) un même phosphure d'hydrogène contenant comme impuretés de petites quantités d'azote et d'hydrogène :

	I.	II.	III.	IV.
Phosphure d'hydrogène....	99,03	99,32	99,34	98,09
Azote (par différence).....	0,34	0,34	0,33	1,32
Hydrogène...............	0,63	0,34	0,33	0,34
Oxygène.................	0,00	0,00	0,00	0,25
	100,00	100,00	100,00	100,00

» L'examen de ces diverses analyses montre que, pour avoir des dosages exacts de phosphure d'hydrogène et d'hydrogène avec le sulfate de cuivre, il est indispensable d'employer ce réactif immédiatement en excès; sans cette précaution on trouve toujours moins de phosphure d'hydrogène et plus d'hydrogène qu'il n'y en a.

» La quantité de phosphure d'hydrogène ($1^{mol},5$) primitivement absorbée par 2 molécules de sulfate de cuivre indique la formation d'un composé très instable qui se détruit en quelques secondes en dégageant du phos-

([1]) Voici ces quatre procédés : I. Dosage par le sulfate de cuivre employé en dose d'abord insuffisante; II. Dosage par le sulfate de cuivre employé immédiatement en excès; III. Dosage par le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique; IV. Dosage par l'eau bromée; la trop forte proportion d'azote ainsi que la quantité d'oxygène trouvée sont dues à ce que ce dosage se fait après transport sur la cuve à eau; l'air dissous se dégage en partie et se mêle au résidu.

phure d'hydrogène, des traces d'hydrogène et en donnant le composé P^2Cu^5, H^2O étudié par M. Rubénovitch (*Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 270).

» Il existe, d'autre part, un certain nombre de mélanges gazeux contenant du phosphure d'hydrogène où ce gaz ne peut être dosé par le sulfate de cuivre; ce sont ceux qui contiennent des gaz absorbables par les sels cuivreux, comme l'oxyde de carbone, l'acétylène et l'oxygène, bien que ces gaz seuls soient sans action sur le sulfate de cuivre. Cela peut faire supposer que l'action première du phosphure d'hydrogène sur le sulfate de cuivre est une réduction à l'état de composé cuprosocuprique ou à l'état de composé cuivreux : celui-ci réagit ensuite sur l'oxyde de carbone, l'acétylène ou l'oxygène [1].

» Les mélanges de phosphure d'hydrogène et de gaz non absorbables par les sels cuivreux ne sont pas non plus absorbés en totalité par le sulfate de cuivre; le phosphure d'hydrogène seul disparaît. Je l'ai vérifié pour les gaz suivants : azote, hydrogène, méthane, oxyde azoteux et oxyde azotique; l'éthylène, qui est assez notablement soluble dans le chlorure cuivreux ammoniacal pour que sa séparation d'avec l'acétylène soit assez délicate et exige les précautions indiquées depuis longtemps par M. Berthelot (*Ann. de Ch. et Phys.*, 4e série, t. IX, p. 440), se comporte aussi d'une façon intermédiaire vis-à-vis du sulfate de cuivre quand il est mélangé de phosphure d'hydrogène; il est peu à peu absorbé mais beaucoup plus lentement que l'acétylène.

» Voici quelques résultats obtenus avec des mélanges formés de phosphure d'hydrogène et de l'un des gaz suivants : oxyde de carbone, acétylène, oxygène et éthylène.

» 1° *Phosphure d'hydrogène et oxyde de carbone.* — Dans une expérience où l'on avait mis en présence de 5^{cc} d'une solution concentrée de sulfate de cuivre un mélange de $8^{cc},9$ de phosphure d'hydrogène et de $52^{cc},9$ d'oxyde de carbone, après une agitation prolongée, il ne resta plus que $6^{cc},5$ d'un gaz contenant surtout de l'oxyde de carbone ($5^{cc},7$). Le volume de l'oxyde de carbone absorbé fut donc plus de cinq fois plus considérable que celui du phosphure d'hydrogène employé. Des expériences que je poursuis en ce moment montrent qu'il s'est formé, dans ces conditions,

---

[1] Ces trois gaz ne se comportent pas exactement de même : si l'on absorbe du phosphure d'hydrogène pur par du sulfate de cuivre et que l'on mette *ensuite* en présence de la liqueur et du précipité qu'elle contient en suspension de l'acétylène ou de l'oxygène, ces gaz sont absorbés, le premier rapidement, le second plus lentement; l'oxyde de carbone, au contraire, n'est pas absorbé sensiblement dans ces conditions.

un composé cuivreux qui s'est combiné à l'oxyde de carbone. Des phénomènes analogues mais un peu différents se produisent si l'on emploie une solution ammoniacale de sulfate de cuivre; l'absorption est plus rapide (¹).

» 2° *Phosphure d'hydrogène et acétylène.* — En présence de 5^{cc} d'une solution de sulfate de cuivre, on a mis 52^{cc} d'un mélange contenant 40^{cc} d'acétylène et 12^{cc} de phosphure d'hydrogène. L'absorption n'a pas lieu immédiatement; on observe à peu près les mêmes phénomènes qu'avec le phosphure d'hydrogène pur; la solution de cuivre verdit un peu, puis l'absorption commence; on constate alors, en agitant l'éprouvette à plusieurs reprises, qu'après un quart d'heure, le volume n'est plus que de 4^{cc}; l'absorption ne semble d'ailleurs pas terminée, mais elle ne se produit plus que très lentement; un excès de sulfate de cuivre peut donc, en présence de 12^{cc} de phosphure d'hydrogène, absorber au moins 36^{cc} d'acétylène, soit trois fois le volume du premier gaz. Le précipité obtenu, au lieu d'être noir comme dans le cas du phosphure d'hydrogène pur ou mélangé d'oxyde de carbone, est d'un brun rouge.

» 3° *Phosphure d'hydrogène et oxygène* (²). — L'action du sulfate de cuivre sur un pareil mélange ne peut être étudiée comme précédemment. On sait que ce mélange détone facilement par des variations peu considérables, mais brusques, de pression; je l'ai vu même détoner plusieurs fois spontanément après quelque temps; on ne pouvait donc pas agiter ce mélange au contact du sulfate de cuivre : on l'a abandonné à lui-même, aussi l'absorption est-elle beaucoup plus grande. Dans une expérience, on a mis 37^{cc} de phosphure d'hydrogène et 9^{cc} d'oxygène; après une heure, il restait encore 22^{cc}, par conséquent, tout le phosphure n'était pas absorbé; après deux heures, il ne restait plus que 6^{cc}, par conséquent une partie de l'oxygène (3^{cc} au moins et davantage si le gaz de l'éprouvette contenait encore du phosphure d'hydrogène) avait été absorbée.

» 4° *Phosphure d'hydrogène et éthylène.* — On a traité 3^{cc} d'une solution assez concentrée de sulfate de cuivre par un mélange de $6^{cc},1$ de phosphure d'hydrogène et de $13^{cc},4$ d'éthylène; on agite à plusieurs reprises; l'absorption est lente, mais nette; après une demi-heure, on a mis fin à l'expérience, il ne restait plus que $2^{cc},8$ d'éthylène et l'absorption n'était pas terminée.

» Il résulte donc de ces expériences que le sulfate de cuivre ne peut être employé pour doser le phosphure d'hydrogène dans les mélanges gazeux, qu'en l'absence des gaz absorbables par les sels cuivreux et que, dans ce cas, l'on doit employer dès le début une dose suffisante de réactif, plus de 2 molécules de sulfate pour une de phosphure (par exemple 1^{cc} de solution saturée pour 10^{cc} de gaz). »

(¹) L'analyse d'un mélange de phosphure d'hydrogène et d'oxyde de carbone peut se faire par l'eau bromée qui fait disparaître le premier gaz.

(²) L'analyse de ce mélange peut se faire en absorbant l'oxygène par le pyrogallate de potassium.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation et dosage de traces de chlore en présence d'un très grand excès de bromure.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« Si divers savants ont constaté la mise en liberté de petites quantités de chlore par l'action du brome sur les chlorures, y compris ceux des métaux alcalins, il résulte, d'autre part, de mes recherches que ce phénomène, possible même sous l'influence d'une minime proportion de brome à la température ordinaire, ne paraît se produire que lorsque la solution atteint ou excède une certaine richesse en chlorure : du moins dans les conditions que j'ai fait connaître pour la séparation du chlore et du brome. Dans une liqueur diluée et relativement pauvre en chlorures, ces sels semblent n'éprouver aucune altération malgré la présence de grandes masses de brome libre.

» J'ai été ainsi conduit à chercher la solution de la question qui m'occupe dans un décalque de la méthode générale.

» L'étude a été faite avec les sels alcalins, parce que toujours on peut y ramener le problème; du reste, rien ne s'oppose en principe à ce que la méthode s'applique à ceux des autres métaux, quand leurs sels sont solubles.

» Le premier point à établir était la pureté des réactifs employés. Or 12^{gr} de MnO^4K ne m'ont donné, après quarante-huit heures de repos, que $0^{gr},0013$ de AgCl, soit $0^{gr},0001$ par gramme, et en opérant de même avec 25^{gr} de sulfate de cuivre, je n'ai pu observer le moindre dépôt de chlorure d'argent.

» Il fallait aussi s'assurer de l'absence de chlore dans le bromure. En vue de cette recherche, j'ai cru ne pouvoir mieux faire que de soumettre ce bromure au procédé lui-même, pour me fixer *a priori, si possible,* sur la valeur de ce dernier.

» Étant donné que le mode de décomposition des bromures est résumé dans l'équation établie antérieurement [1] par M. P. Rivals et par moi :

$$24KBr + 8MnO^4K + 21(CuSO^4 + 5H^2O)$$
$$= 12Br^2 + 5[CuSO^4 + 3Cu(OH)^2] + 16K^2SO^4 + (Mn^4H^{10}O^3)^2Cu + 87H^2O,$$

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 975.

il en résulte que pour 6^{gr} de KBr, par exemple, il faut en nombres ronds : $2^{gr},65$ de MnO^4K et 11^{gr} de $CuSO^4 + 5H^2O$.

» Nous avons vu en outre qu'il faut au moins 7^{gr} à 8^{gr} de $CuSO^4 + 5H^2O$ et $0^{gr},35$ de MnO^4K par 50^{cc} de liquide pour que l'oxydation totale de petites quantités de bromure s'achève rapidement. Pour un poids de 6^{gr} de KBr en solution dans un volume qu'on ramènera *finalement* à 50^{cc}, on est ainsi amené à prendre 18^{gr} $(11+7)$ de $CuSO^4 + 5H^2O$ et 3^{gr} $(2,65+0,35)$ de MnO^4K.

» J'ai donc dissous les 6^{gr} de KBr, *dits purs*, du commerce et la totalité du sel de cuivre dans un excès d'eau (de 110^{cc} à 120^{cc}). De plus, pour ne soumettre le mélange qu'à une oxydation progressive et ménagée, je n'ai ajouté tout d'abord qu'une fraction ($2^{gr},5$) du permanganate nécessaire. Cela, en vue de permettre au chlore déplacé, si le fait devait se produire malgré toute invraisemblance dans pareilles conditions de dilution du chlorure, de réagir sur la réserve de bromure et de parer ainsi à toute perte de Cl par sa rentrée en combinaison.

» Dès l'addition des $2^{gr},5$ de permanganate, il s'est dégagé d'abondantes vapeurs de brome, dont j'ai enlevé la majeure partie, à froid d'abord, par un courant d'air, puis finalement à 100°, en y portant peu à peu l'eau du bain-marie. Moins de dix minutes après avoir atteint cette température, la totalité du permanganate était décomposée, et toute odeur de brome avait disparu.

» A ce moment, l'opération a été continuée comme à l'ordinaire, après addition du reste ($0^{gr},5$) du permanganate destiné à parfaire l'oxydation, jusqu'à ce que le papier de fluorescéine ne décelât plus la présence du brome à la sortie du tube abducteur et sans réduire le volume liquide au delà des 50^{cc} à 55^{cc} spécifiés.

» J'ai pu ainsi constater que le bromure n'était pas exempt de chlorure, et, comme d'usage, je résume l'opération dans le Tableau suivant :

KBr commercial.	$CuOSO^4 + 5H^2O$ employés.	MnO^4K employés.	Volume liquide.	Durée d'opération.	AgCl dosé.
6^{gr}	18^{gr}	3^{gr}	De 115^{cc} à 55^{cc}.	$4^h 10^m$	0,014

déduction faite des $0^{gr},0003$ à rapporter aux 3^{gr} de MnO^4K.

» Si le bromure n'est pas pur, rien du moins ne prouvait d'une façon absolue, malgré toutes les présomptions contraires, qu'il n'y avait pas eu un peu de chlorure décomposé, et j'ai cru indispensable de contrôler le

résultat par une autre méthode. Sans entrer ici dans des détails qui seraient trop longs, je me bornerai à dire que, par cette méthode, l'analyse du bromure a été ramenée à celle du précipité d'argent ou du moins de son résidu, après avoir enlevé la presque totalité du bromure d'argent par un artifice particulier. Ce résidu, comprenant la totalité du chlorure et un peu de bromure, a été ensuite analysé à l'aide du mélange chromo-sulfurique, par le procédé que j'ai fait connaître.

» Pour 6gr du même bromure, j'ai trouvé par ce procédé AgCl = 0gr,0144; soit, ici, un excès par rapport au premier résultat de 0gr,0004, ce qui correspond à moins de 0gr,0001 Cl.

» La différence obtenue relève de l'ordre des erreurs possibles d'expérience et ne constitue pas un écart assez grand pour qu'on puisse assurer qu'il ne résulte pas d'une impureté introduite accidentellement lors de l'emploi du second procédé, d'ailleurs assez laborieux. On peut donc conclure à la précision de la première méthode, étant donné surtout que le même bromure, retraité de façon identique, a conduit au même résultat, comme le prouve une seconde analyse résumée ci-après de la façon habituelle; car en doublant le poids du chlorure d'argent, pour le comparer avec celui obtenu lors du premier essai, on constate un écart de 0gr,0004, soit 0gr,0001 de Cl pour 6gr de KBr.

KBr commercial.	$CuOSO^3 + 5H^2O$ ajoutés.	MnO^4K ajoutés.	Volume liquide.	Durée d'opération.	AgCl dosé.
3gr	13gr	1gr,8	De 130cc à 50cc	3h 15m	0,0068

correction faite des 0gr,0002 AgCl à reporter sur l'emploi du MnO^4K, dont la quantité ainsi que celle du sel de cuivre ont été calculées comme précédemment.

» La seule modification introduite dans cette seconde expérience a été l'addition, dès le début, de la totalité du permanganate; cela en vue de rechercher si l'on ne pouvait hâter l'opération sans inconvénient. De ce fait même, aucune erreur sensible n'a donc été apportée.

» L'ensemble de ces résultats concordants, obtenus avec un même produit, suffit, il me semble, pour établir la méthode; et j'ai cru inutile de procéder à l'analyse des mélanges synthétiques artificiels.

» Du reste je n'ai pu trouver, dans le commerce, un seul brome pur, et de tous les échantillons étudiés, le plus parfait renfermait encore 0,96 pour 1000 de chlorure.

» Je dois reconnaître que la purification de ces sels est en effet extrême-

ment difficile et que le seul mode possible, pour avoir un bromure exempt de chlore, est de partir du brome pur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés de quelques sels mixtes halogénés du plomb.* Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Troost.

« Dans des Communications précédentes, j'ai indiqué plusieurs procédés généraux qui permettent d'obtenir facilement des corps répondant à la formule de sels mixtes halogénés de plomb ([1]).

» Je me propose d'étudier dans cette Note quelques propriétés intéressantes de ces composés.

» Répétant les expériences d'Engelhardt ([2]), j'ai montré que, en dissolvant de l'iodure de plomb dans une solution saturée et chaude de chlorure, on pouvait, suivant les quantités relatives d'iodure et de chlorure mis en présence, observer des phénomènes variables ([3]). D'une façon générale, on peut dire que la liqueur abandonne par refroidissement et dans un ordre tout à fait quelconque, du chlorure, de l'iodure, du chloroiodure, ou même un mélange de deux de ces corps.

» Lorsqu'on substitue à la solution saturée de chlorure de plomb une solution saturée de bromure, on peut observer des résultats analogues. En employant l'iodure de plomb en quantité notable, les résultats sont un peu plus simples. Au fur et à mesure de son refroidissement, la liqueur laisse déposer des lamelles miroitantes d'iodure. Celles-ci étant séparées par filtration, la solution abandonne ensuite des aiguilles jaune verdâtre du bromoiodure $3PbBr^2.PbI^2$. Mais bientôt l'analyse des dépôts qui se produisent montre que ceux-ci contiennent de moins en moins d'iode. A basse température, ils sont formés de bromure de plomb pur.

» Si, au lieu de séparer par filtration, comme précédemment, l'iodure de plomb tout d'abord déposé, on laisse la liqueur se refroidir en présence de ce dépôt, on s'aperçoit que celui-ci se transforme totalement. Les petites lamelles disparaissent et sont remplacées par de fines aiguilles rappelant tout à fait celles du bromoiodure. Elles correspondent à la même formule.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 1349; t. CXXVIII, mai 1899.
([2]) ENGELHARDT, *Journ. f. prakt. Ch.,* t. LXVII, p. 293; 1856.
([3]) *Bull. Soc. chim.,* t. XIX, p. 598; 1898.

» En chauffant la solution, les aiguilles se dissolvent en se décomposant; par refroidissement la liqueur abandonne de l'iodure de plomb et le même cycle d'opérations recommence.

» La solution de chlorure de plomb saturée d'iodure se comporte de même. L'iodure déposé primitivement est rapidement transformé, et les aiguilles obtenues sont à nouveau décomposées par élévation de température.

» MM. Herty et Boggs ([1]) ont aussi constaté un fait semblable en plaçant un cristal d'iodure de plomb dans une solution saturée et froide de chlorure ou de bromure.

» Mlle Field ([2]) a observé un phénomène analogue en dissolvant l'iodure de plomb dans une solution d'iodure de potassium ou d'ammonium, et portant à l'ébullition. L'iodure de plomb se dépose pendant que la liqueur est encore chaude et par refroidissement la plus grande partie se recombine dans la solution, avec le sel alcalin, pour donner un sel double.

» Les résultats des expériences précédentes peuvent être facilement interprétés, si l'on admet la dissociation des sels mixtes.

» En mettant en présence d'une quantité d'eau constante, des quantités déterminées de bromure et d'iodure, par exemple, l'équilibre sera établi, pour une température déterminée, lorsque la solution renfermera des poids p et P de bromure et de bromoiodure. Si on laisse la température s'abaisser, l'équilibre est détruit. D'après la loi énoncée par M. Van't Hoff ([3]), les sels mixtes de plomb représentant sans contredit des composés exothermiques, cet abaissement de température a pour effet de déterminer la formation d'une quantité plus grande de bromoidure. Il en résulte que le poids de bromure nécessaire pour maintenir l'équilibre à cette nouvelle température est plus petit que précédemment. Il s'ensuit aussi que la quantité d'iodure non combiné va en diminuant au fur et à mesure que la liqueur se refroidit. Si cette quantité est susceptible de se dissoudre dans le volume d'eau employé, il n'y aura pas d'iodure précipité. Le dépôt se produira, au contraire, aussitôt que la solubilité de l'iodure, à la température considérée, sera inférieure à celle nécessaire pour dissoudre la quan-

---

([1]) *Journ. Am. Chem. Soc.*, t. XIX, p. 820.

([2]) *Chem. News*, t. LXVII, p. 157.

([3]) *Toute élévation ou abaissement de température produit, sur un système en équilibre, une transformation qui, si elle se produisait seule, correspondrait à une variation de température de sens contraire.*

tité d'iodure non combiné. Le dépôt une fois formé, si la température s'abaisse davantage, la dissociation diminue très rapidement, de l'iodure dissous se combine à nouveau au bromure pour donner le sel mixte, l'iodure déposé rentrera en dissolution et il pourra se faire que cette dissolution soit totale.

» Cette dissociation des sels mixtes de plomb explique facilement pourquoi leur formation est rendue plus facile en présence d'un excès de l'un des constituants.

» Une autre propriété intéressante de ces composés est celle qui leur permet de cristalliser en toutes proportions : le chloroiodure avec le chlorure, le bromoiodure avec le bromure. Il en résulte que la composition de ces sels paraît osciller entre deux limites. C'est ainsi que les dépôts obtenus en mélangeant des solutions à concentration variable de chlorure ou de bromure de plomb avec une solution d'iodure de potassium peuvent donner à l'analyse des nombres oscillant entre ceux exigés par les formules $PbI^2.PbCl^2$ et $PbCl^2$, $PbI^2, 3PbBr^2$ et $PbBr^2$.

» Se basant sur ces faits, MM. Herty et Boggs ne considèrent pas ces corps comme des composés définis, mais comme des mélanges isomorphiques avec excès de chlorure ou de bromure. Cette manière de voir ne me paraît pas devoir être confirmée. Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut même pas admettre l'isomorphisme du chlorure ou du bromure de plomb avec l'iodure. Les deux premiers sont orthorhombiques, l'iodure a été décrit comme cubique.

» La détermination du système cristallin des sels mixtes de plomb dont j'ai commencé l'étude me permettra, j'espère, d'éclaircir cette question. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la séparation quantitative du cérium.* Note de MM. G. **Wyrouboff** et A. **Verneuil**, présentée par M. Moissan.

« Un grand nombre de tentatives ont été faites pour trouver un procédé permettant d'extraire, à l'état de pureté, tout le cérium contenu dans un mélange de terres rares. Ces tentatives, purement empiriques, ont échoué et l'on en est réduit, comme par le passé, à des méthodes de fractionnements aussi fastidieuses qu'infidèles. Il semble même que les spécialistes de terres rares aient abandonné la solution du problème, car, depuis quelques années, on ne voit plus se produire que des procédés de dosage

volumétrique, soit par oxydation de l'oxyde inférieur, soit par réduction de l'oxyde supérieur.

» Le problème est, en effet, fort complexe et ne peut être abordé utilement qu'après une étude approfondie des caractères chimiques des composés du cérium. Nous avons fait remarquer déjà ([1]) que deux propriétés fondamentales, jusqu'ici inaperçues, caractérisaient le groupe des terres rares : leur polymérisation et leur faculté de contracter entre elles des combinaisons extrêmement stables.

» La connaissance exacte de ces corps condensés et de ces oxydes complexes permet de circonscrire très nettement le problème et de trouver sa solution.

» L'oxyde céroso-cérique se polymérise avec une extrême facilité quand on évapore la solution de son nitrate. De l'acide nitrique se dégage et, lorsqu'on reprend le résidu par l'eau bouillante, on obtient un corps soluble dans l'eau, précipitable par les acides et qui a pour formule : $(Ce^3O^4)^4\,2N^2O^6H^2, nH^2O$. Ce corps, au contact d'un sulfate, donne le corps $(Ce^3O^4)^4, 2SO^4H^2$ complètement insoluble dans l'eau ; il suit de là que si le cérium existant dans un mélange est tout entier à l'état d'oxyde céroso-cérique, on peut le précipiter intégralement. Mais ce n'est qu'une possibilité dont la réalisation se heurte à une difficulté considérable. L'oxyde Ce^3O^4, en présence des autres terres, a une extrême tendance à former des oxydes complexes de la forme Ce^3O^4MO ($M = Di, La, Y, Er$, etc.) qui, eux aussi, se polymérisent dans des conditions analogues et donnent des corps $(Ce^3O^4MO)^4, 2SO^4H^2$ également insolubles dans l'eau. Il importe donc de connaître, avant tout, les conditions précises dans lesquelles l'oxyde complexe ne peut pas se former. En évaporant une solution nitrique contenant Ce^3O^4 mélangé aux autres terres, reprenant par l'eau bouillante et précipitant par un sulfate, on s'aperçoit que le cérium obtenu est d'autant plus pur que la liqueur est plus acide; d'autre part, si l'acidité est trop grande, une partie de l'oxyde reste à l'état non polymérisé et n'est par conséquent plus précipitable à l'état de sulfate. C'est entre ces deux limites, qui présentent heureusement un très grand écart, qu'il faut se placer pour avoir le produit le plus pur et le rendement le plus grand.

» Mais ce n'est pas là la seule difficulté du problème. Lorsqu'on traite par NO^3H le mélange d'oxydes calcinés, de l'oxygène se dégage et une

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 863 ; 1898.

partie du cérium se réduit à l'état de CeO. On peut, il est vrai, précipiter le mélange des nitrates par H^2O^2 et l'ammoniaque, et évaporer la liqueur à siccité au bain-marie pour transformer le peroxyde en oxyde céroso-cérique; mais en opérant ainsi on rencontre un autre écueil : le peroxyde ne se décompose complètement qu'avec une extrême difficulté, même lorsqu'on le chauffe au-dessus de 100°, car il forme une combinaison relativement très stable : $Ce^3O^5, Ce^3O^4 = 3Ce^2O^3$, qui, traitée par un acide, donne $Ce^3O^5, Ce^3O^4 = Ce^6O^7 + 2O$. De quelque manière qu'on s'y prenne, on n'arrivera donc pas à avoir dans une solution nitrique la totalité du cérium à l'état d'oxyde supérieur. On peut sans doute peroxyder très facilement le cérium au moyen du persulfate d'ammoniaque, mais la présence du sulfate acide d'ammoniaque qui se forme empêche la précipitation totale du corps $(Ce^3O^4)^4, 2SO^4H^2$, et, si l'on essaye la neutralisation par l'acétate de soude, on crée un milieu insuffisamment acide pour empêcher la formation d'une petite quantité de l'oxyde $(Ce^3O^4MO)^4$ qui est entraîné à l'état de $(Ce^3O^4MO)^4, 2SO^4H^2$.

» De là la nécessité de procéder en deux temps, ce qui allonge un peu l'opération mais permet d'arriver à une séparation très satisfaisante. Voici la marche que de nombreux essais nous ont montré être la plus avantageuse.

» A. Si le mélange des oxydes renferme plus de 50 pour 100 de Ce^3O^4 il n'est plus attaquable par NO^3H; il se dissout facilement, au contraire, lorsqu'on ajoute à l'acide nitrique de l'eau oxygénée, par petites portions (l'eau oxygénée peut contenir SO^3 mais doit être rigoureusement exempte de P^2O^5). La solution concentrée des nitrates est précipitée par l'ammoniaque et H^2O^2. On évapore au bain-marie, et l'on chauffe quelques instants à feu nu jusqu'à commencement de volatilisation de NO^3NH^4. On dissout dans NO^3H, on évapore à petit feu jusqu'à consistance sirupeuse, mais non jusqu'à cessation de dégagement de vapeurs acides. On dissout dans l'eau (150^{cc} pour 0^{gr},5 d'oxyde), on fait bouillir; on ajoute 1^{cc} d'une solution à 5 pour 100 de $SO^4(NH^4)^2$. Le précipité qui se forme immédiatement est filtré, lavé et calciné au blanc, car ce n'est que vers 1500° qu'il abandonne complètement son acide sulfurique. Si l'opération a été bien conduite il renferme 90 pour 100 du cérium total à l'état parfaitement pur. La liqueur filtrée est additionnée à chaud de 0^{gr},05 de persulfate d'ammoniaque et de 1^{cc} de solution d'acétate de soude à 50 pour 100. On fait bouillir jusqu'à ce que la liqueur s'éclaircisse. On filtre, on lave, on calcine à haute température. On a ainsi le reste du cérium, toujours de couleur un peu chamois, car il entraîne quelques centièmes de son poids des autres terres. La liqueur filtrée, traitée par l'ammoniaque et l'eau oxygénée, doit donner un précipité blanc ou presque blanc.

» B. S'il y a moins de 50 pour 100 de cérium dans le mélange, l'opération se simplifie un peu. On traite les oxydes par NO^3H à chaud, on évapore à sirop et l'on continue comme ci-dessus.

» C. Enfin, s'il y a très peu de cérium (10 à 15 pour 100), ce qu'on reconnaît sans peine par la facilité avec laquelle le mélange se dissout dans NO^3H, on peut se dispenser de la première partie de l'opération et traiter directement la solution nitrique par quelques centigrammes de persulfate et un peu d'acétate de soude.

» Voici quelques analyses qui montrent le degré de précision du procédé. Elles ont été faites sur des mélanges synthétiques de produits purs.

	I.	Trouvé
		0,369
		0,034
Ce^3O^4	0,405	0,403
LaO + DiO	0,042	0,044
	0,447	0,447

	II.	Trouvé
		0,3670
		0,0345
Ce^3O^4	0,404	0,4015
LaO + DiO	0,041	0,0435
	0,445	0,4450

	III.	Trouvé.
Ce^3O^4	0,041	0,044
LaO + DiO	0,418	0,415
	0,459	0,459

» On voit ainsi que si la quantité de cérium n'est pas par trop faible par rapport aux autres terres, on arrive à la doser avec une approximation de 1 pour 100 environ. Dans le cas de faibles teneurs en cérium, il faudrait opérer sur plusieurs grammes d'oxydes, redissoudre le précipité obtenu et le retraiter comme en A.

» Nous avons appliqué ce procédé à l'analyse des oxydes de la monazite préalablement débarrassés de la thorine par le procédé que nous avons décrit [1].

» La prise d'essai était de 0,457 :

Ce^3O^4 pour 100	{ 38,30 / 6,56 }
	44,86
LaO + DiO pour 100	55,14
	100,00

» Ce procédé, qui, au point de vue analytique, peut être encore amélioré dans les détails, est en tous cas le seul jusqu'ici qui permette d'avoir du premier coup et avec la plus grande facilité la presque totalité du cérium existant dans un mélange quelconque de terres rares à l'état absolument pur. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 340; 1898.

CHIMIE CRISTALLOGIQUE. — *Figures de corrosion révélant la structure énantiomorphe des benzylidène-camphres droit et gauche* (*loi de Pasteur*). Note de M. **Minguin** (1), présentée par M. Hautefeuille.

« Depuis quelques années, j'ai entrepris l'étude cristallographique de la belle série des composés du camphre préparés par M. Haller, composés que mon savant maître a mis très obligeamment à ma disposition.

» Quelques résultats sont consignés dans les *Comptes rendus* et le *Bulletin de la Société chimique* (2). Nous avons fait remarquer particulièrement que dans aucun des cristaux étudiés nous n'avions rencontré de facettes hémiédriques.

» Les cristaux ont une enveloppe, une symétrie extérieure absolument complète et cependant ils jouissent du pouvoir rotatoire à l'état de dissolution; Walden (3), dans des considérations sur la relation entre le pouvoir rotatoire et l'hémiédrie plagièdre, relate ce fait.

» Nous avons résolu d'appliquer, à ces dérivés du camphre, la méthode de corrosion qui, dans beaucoup de cas, permet de pénétrer très avant dans l'intimité de la structure cristalline.

» Voici les résultats que nous avons obtenus avec le benzylidène-camphre droit et le benzylidène-camphre gauche qui tous deux cristallisent dans le système orthorhombique (4).

» Plongé dans le toluène ou dans le benzène, pendant une minute environ, le benzal-camphre se recouvre sur les faces *m* de belles figures de corrosion qui, examinées au microscope, sont nettement dissymétriques et pour la plupart dirigées (en considérant la longueur) de l'angle *a* vers l'angle *e* du prisme. On remarque des plages où cette direction est parallèle aux arêtes verticales; ce qui montre d'abord que les éléments cristallins, par leur assemblage, essayent de corriger la dissymétrie de l'élément primordial, de la molécule chimique, de façon à former un individu parfait géométriquement.

(1) Travail fait à l'Institut chimique de l'Université de Nancy.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1546; t. CXXIII, p. 248; t. CXXIV, p. 86. — *Soc. chim.*, t. XV, p. 990; t. XVII et XVIII, p. 110.

(3) *Berichte*, 30, t. I, p. 99.

(4) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1546.

» Les figures formées sur le gauche sont énantiomorphes avec celles formées sur le droit.

» Nous avons pu faire des microphotographies très nettes de ces figures et montrer ainsi d'une façon indiscutable la structure énantiomorphe des deux benzylidène-camphres.

» Nous ajouterons que, jusqu'à présent, nous n'avons rien obtenu de précis sur les autres faces; ce qui s'explique, si l'on se rappelle que le cristal, plongé dans le toluène suffisamment longtemps, se creuse suivant la zone *m* et que, à un moment donné, les faces *p* subsistent presque seules. Si nous nous rappelons, en outre, qu'au point de vue cristallographique la zone *m*, dans beaucoup de composés du camphre, présente beaucoup d'analogie, nous serions tentés de supposer que cette zone est caractéristique du noyau camphre.

» Dans une prochaine Communication, nous ferons connaître les résultats que nous avons obtenus avec deux benzylidène-camphres bromés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons mixtes de la phénylhydrazine et d'une autre base organique avec les sels métalliques.* Note de M. J. **Moitessier**, présentée par M. Troost.

« Certaines combinaisons de sels métalliques avec la phénylhydrazine peuvent s'unir à de nouvelles molécules de cette base, en donnant des combinaisons plus riches en phénylhydrazine [1]; elles peuvent de même se combiner à d'autres bases organiques (aniline, napthylamine) en donnant des combinaisons mixtes. Celles-ci se forment aussi par l'action simultanée de la phénylhydrazine et d'une autre base organique sur des sels métalliques.

» L'*iodure de zinc aniline-phénylhydrazinique* $ZnI^2.C^6H^5,AzH^2.2C^6H^5,Az^2H^3$ s'obtient en ajoutant 3 molécules d'aniline à 1 molécule de $ZnI^2.2C^6H^5,Az^2H^3$ en solution alcoolique saturée et en refroidissant le mélange vers — 20°. La combinaison mixte se dépose sous forme de fines aiguilles, réunies en touffes, solubles dans l'alcool et dans l'éther, légèrement solubles dans l'eau, dans le chloroforme et dans le benzène; elle fond à 180° et se décompose rapidement à quelques degrés au-dessus.

» Le *bromure de zinc aniline-phénylhydrazinique :*

$$3ZnBr^2.5C^6H^5,AzH^2.2C^6H^5,Az^2H^3$$

---

[1] J. Moitessier, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 714.

se forme par l'action de 4 molécules d'aniline sur 1 molécule de $ZnBr^2.2C^6H^5,Az^2H^3$ en solution alcoolique chaude à 7 pour 100. La combinaison mixte se dépose, par refroidissement rapide du mélange, sous forme de longues aiguilles courbes réunies en touffes soyeuses.

» Le *sulfate de nickel aniline-phénylhydrazinique*

$$SO^4Ni.C^6H^5,AzH^2.2C^6H^5,Az^2H^3+2H^2O$$

a été obtenu en délayant 1 molécule de sulfate de nickel cristallisé (finement pulvérisé) dans un mélange de 3 molécules d'aniline et de 2 molécules de phénylhydrazine étendu de son volume d'alcool. Au bout de quelques heures, on épuise la masse par l'alcool et l'on obtient une poudre cristalline blanc verdâtre peu soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther, dont la composition répond à la formule donnée plus haut.

» L'*azotate de cadmium aniline-phénylhydrazinique*

$$2Az^2O^6Cd.3C^6H^5,AzH^2.5C^6H^5,Az^2H^3$$

se forme par l'action d'une molécule d'azotate de cadmium dissous dans l'alcool sur un mélange de 3 molécules d'aniline et de 3 molécules de phénylhydrazine étendu de trois fois son volume d'alcool. Ce composé est cristallisé, peu soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther, fusible à 195° en se décomposant.

» *L'iodure de zinc α-naphtylamine-phénylhydrazinique*

$$ZnI^2.C^{10}H^7,AzH^2.2C^6H^5,Az^2H^3$$

s'obtient sous forme de longues aiguilles prismatiques en traitant, en solutions alcooliques concentrées, 1 molécule d'iodure de zinc par un mélange de 2 molécules d'α-naphtylamine et de 2 molécules de phénylhydrazine. Cette combinaison est soluble dans l'alcool et dans l'éther, peu soluble dans l'eau; elle se décompose rapidement à 115°.

» *L'iodure de zinc β-napthtylamine-phénylhydrazinique*

$$3ZnI^2.2C^{10}H^7,AzH^2.4C^6H^5,Az^2H^3$$

a été obtenu par l'action de 1 molécule de β-naphtylamine et 2 molécules de phénylhydrazine en solution alcoolique tiède sur 1 molécule d'iodure de zinc en solution alcoolique concentrée. Ce composé mixte est cristallisé; il est soluble dans l'alcool et dans l'éther, légèrement soluble dans l'eau, dans le chloroforme et dans la benzine. Il se décompose à 155°.

» Dans chacune des combinaisons mixtes que je viens de citer, on peut déceler la présence, soit de l'aniline, soit de la naphtylamine. Pour cela, on les traite à froid par un excès de liqueur de Fehling qui décompose la phénylhydrazine et met l'autre base en liberté; un épuisement à l'éther permet d'isoler cette base.

» Je me propose d'étudier les combinaisons mixtes formées par les sels métalliques avec la phénylhydrazine et avec les amines grasses, les bases pyridiques ou les bases quinoléiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de quelques dérivés oxyméthyléniques des éthers cyanacétiques.* Note de M. **E. Grégoire de Bollemont** ([1]), présentée par M. Arm. Gautier.

« MM. Haller et Held ont montré que l'éther cyanacétique sodé traité par des chlorures acides fournit des éthers acylcyanacétiques, auxquels ils ont attribué la formule générale $R.CO - CH\begin{smallmatrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO.OR\end{smallmatrix}$ ([2]). Mais ce procédé, qui a permis d'isoler la plupart des éthers acylcyanacétiques, n'a pu être appliqué à la préparation des formylcyanacétates, puisque le chlorure de formyle n'est pas connu. Nous avons donc recherché d'autres méthodes pour obtenir ces éthers et nous avons eu recours, tout d'abord, aux réactions employées par M. Claisen dans la préparation des dérivés oxyméthyléniques du camphre. MM. Bishop, Claisen et Sinclair, en traitant le camphre sodé par du formiate d'amyle, ont, en effet, obtenu le formyl- ou oxyméthylène-camphre qui, par action du chlorhydrate d'hydroxylamine, donne le camphre cyané ([3]) identique à celui découvert par M. Haller, dans l'action du chlorure de cyanogène sur le camphre sodé ([4]).

» L'éther cyanacétique, possédant, comme le camphre, de l'hydrogène substituable par du sodium, pouvait vraisemblablement, dans les mêmes conditions, se prêter à des réactions analogues, donner de l'éther formylcyanacétique et permettre ainsi d'arriver, par une autre voie, à l'éther dicyanacétique de M. Haller ([5]).

» *Action du formiate d'amyle sur l'éther cyanacétique sodé.* — Le formiate d'amyle agit à 100° sur l'éther cyanacétique sodé sec et donne un dérivé sodique, poudre cristalline colorée par certaines huiles rouges qui surnagent et se séparent facilement après addition d'eau bouillante.

» La solution aqueuse, supposée renfermer le sel de sodium de l'éther formylcyanacétique, a été décomposée par l'acide sulfurique étendu dans le but d'isoler l'éther libre. Ces essais n'ayant pas abouti, on a cherché à le définir par quelques-uns de ses sels bien cristallisés.

([1]) Travail fait à l'Institut chimique de Nancy, au laboratoire de M. Haller.

([2]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1083.

([3]) *Lieb. Ann.*, t. CCLXXXI, p. 331; 1894.

([4]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1477. — Haller, *Thèses Fac. des Sc. de Paris*; 1879.

([5]) *Comptes rendus*, t. III, p. 55.

» *Sel de baryum* $\left(C\begin{cases}/CAz\\=CHO\\ \backslash CO^2C^5H^{11}\end{cases}\right)^2Ba$. — La solution aqueuse du sel sodique est traitée à chaud par le chlorure de baryum. Par refroidissement, il se dépose de beaux feuillets nacrés, très solubles dans l'alcool, très peu solubles dans l'éther, constituant le sel de baryum du formylcyanacétate d'amyle. Il y a donc eu à la fois formation d'éther formylcyanacétique et substitution du radical éthyle par le radical amyle.

» Pour confirmer cette interprétation, on a fait agir le formiate d'amyle sur le cyanacétate d'amyle sodé, qui, par un traitement analogue, a donné un sel de baryum identique au précédent :

$$CHNa\begin{cases}/CAz\\ \\ \backslash CO^2C^2H^5\ (\text{ou } C^5H^{11})\end{cases} + HCOOC^5H^{11}$$
$$= C\begin{cases}/CAz\\=CHONa\\ \backslash CO^2C^5H^{11}\end{cases} + C^2H^5OH\ (\text{ou } C^5H^{11}OH).$$

» *Sel d'argent* $\left(C\begin{cases}/CAz\\=CHOAg\\ \backslash CO^2C^5H^{11}\end{cases}\right)Ba$. — Ce sel s'obtient par double décomposition du sel de baryum avec l'azotate d'argent. C'est une poudre blanche, cristalline, peu soluble dans l'eau froide et qui cristallise de ses solutions aqueuses chaudes en petites aiguilles groupées en mamelons.

» Au lieu de la forme oxyméthylénique $C\begin{cases}/CAz\\=CHOH\\ \backslash CO^2Az\end{cases}$ (1) adoptée dans l'équation précédente, il semblerait plus logique, *a priori*, d'attribuer à ces composés la forme $H.CO - CH\begin{cases}CAz\\CO^2R\end{cases}$ (2), mettant en évidence le radical formyle; mais une série d'expériences ultérieures, dont nous allons parler, nous autorisent à choisir la première de ces formes.

» *Action des éthers orthoformiques sur les éthers cyanacétiques.* — M. L. Claisen, dans un intéressant Mémoire sur les combinaisons oxyméthyléniques [1], constate que, si l'on fait agir l'éther orthoformique sur des dérivés renfermant un groupe méthylène CH^2 compris entre radicaux

(1) *Lieb. Ann.*, t. CCXCVII; 1897.

négatifs, avec l'anhydride acétique comme agent de condensation, l'éther orthoformique se porte sur le méthylène, qui est transformé en $\overset{|}{\underset{|}{C}} = CHOC^2H^5$. Cette réaction a été appliquée aux éthers cyanacétiques.

» Dérivés éthoxyméthyléniques : *Éthoxyméthylènecyanacétate d'amyle :* $C \begin{cases} CAz \\ = CHOC^2H^5 \\ CO^2C^5H^{11} \end{cases}$. — Un mélange de cyanacétate d'amyle, d'éther orthoformique et d'anhydride acétique a été traité dans les conditions indiquées par M. Claisen; les produits secondaires formés ont été éliminés, et le résidu fractionné dans le vide. Il distille ainsi vers 211°, sous la pression de 35mm, une huile que les analyses permettent de considérer comme l'éthoxyméthylènecyanacétate d'amyle. La réaction est la suivante :

$$C \begin{cases} CAz \\ H \\ H \\ CO^2R \end{cases} + \begin{matrix} C^2H^5O \\ C^2H^5O \end{matrix} \Big\rangle CHOC^2H^5 = C \begin{cases} CAz \\ = CHOC^2H^5 \\ CO^2R \end{cases} + 2(C^2H^5OH);$$

elle met bien en évidence la forme oxyméthylénique de ces composés.

» *Sel de baryum :* $\left(C \begin{cases} CAz \\ = CHO \\ CO^2C^5H^{11} \end{cases} \right)^2 Ba$. — L'éthoxyméthylènecyanacétate d'amyle, traité par la quantité théorique d'hydrate de baryte, donne le sel de baryum correspondant, identique à celui obtenu en partant du formiate d'amyle et de l'éther cyanacétique sodé.

» *Éthoxyméthylènecyanacétate d'éthyle :* $C \begin{cases} CAz \\ = CHOC^2H^5 \\ CO^2C^2H^5 \end{cases}$. — Il cristallise en belles aiguilles blanches, fondant vers 52°, très solubles dans l'alcool et dans l'éther. Le sel de baryum s'obtient comme le précédent.

» *Éthoxyméthylènecyanacétate de méthyle :* $C \begin{cases} CAz \\ = CHOC^2H^5 \\ CO^2CH^3 \end{cases}$. — Tables transparentes et allongées, fondant vers 34°, très solubles dans l'alcool.

» Dérivés méthoxyméthyléniques. — Dans les mêmes conditions, l'orthoformiate de méthyle agit comme son homologue sur les éthers cyanacétiques.

» *Méthoxyméthylènecyanacétate de méthyle* : $C{=}\begin{smallmatrix}/CAz\\ CHOCH^3\\ \backslash CO^2CH^3\end{smallmatrix}$. — Fines aiguilles transparentes, fondant vers 88°.

» *Méthoxyméthylènecyanacétate d'éthyle* : $C{=}\begin{smallmatrix}/CAz\\ CHOCH^3\\ \backslash CO^2C^2H^5\end{smallmatrix}$. — Tables transparentes en forme de rhombes, fondant vers 99°.

» Ces deux séries méthoxy- et éthoxy-méthyléniques fournissent une série unique de sels de Ba, de dérivés oxyméthyléniques, de dérivés amidés, etc., qui feront l'objet d'une prochaine Note. »

EMBRYOGÉNIE. — *Centrosome et fécondation*. Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Il n'y a pas de question plus controversée en Biologie que celle de la nature du *centrosome* de la cellule. Pour quelques-uns, c'est un organe aussi permanent que le noyau lui-même; pour d'autres, c'est une simple *figure* kinétique, un simple centre géométrique vers lequel rayonnent des courants ou des lignes de force. Dans cette dernière hypothèse, il n'y a pas lieu de se demander, au moins au point de vue de l'équivalence substantielle des éléments mâle et femelle, quel est le rôle du ou des centrosomes dans la fécondation. Tout au contraire, si l'on considère le centrosome comme une masse d'une substance vivante spéciale, l'équivalence des produits sexuels ne pourra subsister à moins que l'élément mâle et l'élément femelle contiennent l'un et l'autre cette masse vivante particulière. Cette nécessité a peut-être été la cause de l'erreur commise par Fol dans son *Quadrille des centres*, erreur que tout le monde reconnaît aujourd'hui puisque M. Guignard lui-même, en découvrant les anthérozoïdes des Phanérogames, s'est rendu compte de l'illusion qui lui avait fait admettre la fusion des centrosphères.

» Mais, tout en reconnaissant qu'Hermann Fol s'est trompé, c'est-à-dire que le quadrille des centres n'existe pas, il faut éviter de commettre une erreur inverse, et cette erreur, je crois qu'elle accompagne l'interprétation actuelle du rôle du centrosome dans la fécondation. Pour qu'il y ait équivalence substantielle entre les deux éléments sexuels, disais-je tout à l'heure, il faut que l'un et l'autre contiennent la masse de substance spé-

ciale appelée *centrosome*, mais il est inutile que cette masse se présente, dans les deux sexes, avec la même structure morphologique. Or, on a constaté que le centrosome disparaît dans l'ovule mûr et l'on a prétendu que le centrosome de l'œuf fécondé *est* celui du spermatozoïde qui a opéré la fécondation. Voici la thèse de Boveri : « L'ovule mûr possède tous les » organes et toutes les qualités nécessaires pour la division, excepté le » centrosome qui donne le branle à cette division. Le spermatozoïde, » d'autre part, est pourvu d'un centrosome, mais manque de la substance » sur laquelle cet organe de division peut exercer son activité. » D'où la conclusion immédiate que l'équivalence substantielle n'existe, entre les produits mâles et femelles, que pour les éléments nucléaires !

» Cette conclusion très grave me semble un peu hâtive. On déclare que l'ovule mûr n'a pas de centrosome parce qu'on ne le voit pas; mais le voit-on dans le spermatozoïde? *Pas le moins du monde.* On voit bien une petite masse de substance protoplasmique au point de jonction de la tête et de la queue du spermatozoïde; mais pourquoi l'appelle-t-on *centrosome?* Parce que, une fois le spermatozoïde entré dans l'ovule, cette petite masse devient le centre d'un *aster* et prend, par suite, l'aspect caractéristique d'un centrosome de karyokinèse. Or, ceci se produisant dans l'ovule, quel droit a-t-on d'affirmer que le centrosome provient *uniquement* du spermatozoïde? Ceux qui croient à l'équivalence substantielle *absolue* des éléments mâle et femelle peuvent répondre à cette assertion : « Le protoplasma mâle du » spermatozoïde est condensé en une petite masse derrière la tête de cet » élément. Le protoplasma femelle de l'ovule est *diffus* dans la masse » énorme du vitellus; quand le spermatozoïde est entré dans l'ovule et » pendant que son pronucléus mâle chemine vers le pronucléus femelle, » sa petite masse de protoplasma mâle attire à lui, draine vers lui le proto- » plasma femelle épars dans toute la masse de l'ovule, ce qui explique la » figure appelée *aster* qui se forme autour de lui; il y a donc fécondation » du protoplasma mâle par le protoplasma femelle attiré vers lui, pendant » que le pronucléus mâle est lui-même attiré vers le pronucléus femelle. »

» Et ainsi, il y a équivalence substantielle absolue entre l'élément mâle et l'élément femelle, *sans que cela soit le moins du monde en contradiction avec les faits observés.* Il n'y a aucune raison d'appeler *centrosome* la masse de protoplasma mâle du spermatozoïde; on a exactement autant de droit de dire que l'ovule a un *centrosome diffus*, et alors, il y a fécondation centrosome à centrosome, comme dans le quadrille de Fol, moins la forme figurée décrite par lui. Mais le mot centrosome ayant été créé pour dési-

gner une *figure* cellulaire, il vaut mieux ne pas employer cette expression dans le cas où cette figure n'existe pas et dire, au lieu de *spermocentre*, protoplasma mâle, comme on dit protoplasma de l'ovule depuis qu'on ne croît plus à l'*ovocentre*. On racontera alors les faits en disant que, une fois le spermatozoïde entré dans l'ovule, son protoplasma mâle attire à lui le protoplasma femelle diffus dans l'ovule et qu'il y a ainsi une *fécondation protoplasmique* indépendante de la fécondation nucléaire. Cette fécondation protoplasmique dessine un *aster* autour du point où était primitivement le protoplasma mâle, d'où la naissance de cette figure centrosomatique qui a fait croire à l'existence d'un *spermocentre*.

» Avec cette manière de voir, on comprend fort bien les expériences de Boveri, Delage ([1]), etc., dans lesquelles il y a eu seulement fécondation protoplasmique, tandis que le pronucléus, soit mâle, soit femelle, restait seul. Ces expériences prouveraient seulement qu'un protoplasma *complet*, contenant un noyau *incomplet*, est susceptible de bipartition. Il faudrait pouvoir faire l'expérience inverse et voir si un noyau *complet*, dans un protoplasma *incomplet*, est également susceptible de bipartition, mais cette expérience est bien difficile à réaliser, car il semble à peu près impossible d'effectuer une fécondation nucléaire sans que se produise en même temps la fécondation protoplasmique dont je viens de parler.

» Enfin, que le centrosome, qui disparaît dans l'ovule mûr, ne disparaisse pas dans l'œuf parthénogénétique, cela n'a rien qui puisse nous étonner, si le centrosome est une *figure* en relation avec les courants substantiels qui accompagnent l'assimilation. L'assimilation se continuant dans un œuf parthénogénétique qui est un plastide complet, il est tout naturel que le centre figuré des courants correspondants ne disparaisse pas. Il est naturel aussi qu'il disparaisse dans l'ovule mûr, plastide incomplet incapable d'assimilation. »

([1]) Boveri (1888) a vu la division se produire dans un ovule d'oursin, par suite de la simple fécondation protoplasmique, le pronucléus mâle étant encore très loin du pronucléus femelle quand la division a eu lieu. Delage (1898) a fécondé, par un spermatozoïde ordinaire, un fragment sans noyau d'un ovule d'oursin. La simple fécondation protoplasmique qui en est résultée a permis à cet œuf, muni d'un demi-noyau, de se diviser jusqu'à donner une petite gastrula mal conformée.

ZOOLOGIE. — *Sur les variations et les groupements spécifiques des Péripates américains.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Péripates américains sont plus nombreux et aussi variés que ceux des autres parties du monde, mais ils sont moins bien connus à cause des difficultés fort grandes que présente leur détermination. Ayant pu réunir un nombre assez considérable de ces animaux, je me suis attaché à les étudier de très près et je crois être parvenu à déchiffrer les variations principales de leurs caractères.

» En dehors des caractères connus qui sont communs à tous les Péripates, j'ai trouvé d'abord que les espèces américaines ressemblent aux autres par deux traits structuraux assez importants : 1° leurs dents linguales sont formées par une sorte de cône chitineux dont la cavité interne s'ouvre au dehors par un orifice apical; 2° contrairement à l'opinion admise, ils sont munis d'une ligne dorsale médiane claire (*ligne blanche* des auteurs), mais tandis que cette ligne est fort évidente à la loupe dans les espèces de l'Afrique du Sud et de l'Océanie, elle est ordinairement microscopique chez les formes américaines et s'y atténue dans certains cas (*P. jamaicensis* G. et C., *P. Sedgwicki* Bouv. surtout sa variété *Bavaysi*) au point d'être peu visible. Elle se présente avec le même développement dans le *P. Tholloni* Bouv. du Gabon. De chaque côté de la ligne claire, j'ai observé, au fond de tous les sillons du corps, un *organe clair* arrondi, de nature probablement sensorielle. Ces organes font défaut ou sont atrophiés dans les Péripates africains (abstraction faite du *P. Tholloni*) et dans ceux de l'Océanie.

» Passant à des caractères moins généraux, j'ai pu constater ensuite que les Péripates américains se divisent naturellement en deux groupes suivant qu'ils ont quatre papilles sur chaque pied (deux en avant et deux en arrière) ou bien trois seulement comme les espèces non américaines. Le premier groupe paraît jusqu'ici fort restreint; il comprend le *P. Corradi* Cam., le *P. tuberculatus* Bouv. et peut-être le *P. Balzani* Cam.; le second renferme les autres espèces.

» Chacun de ces groupes peut lui-même se diviser en deux sections d'après la structure de la sole pédieuse, qui tantôt est formée par cinq ar-

ceaux distincts, tantôt seulement par quatre. A la première section se rattache le *P. tuberculatus* du premier groupe, et une espèce mexicaine du second, le *P. Perrieri* n. sp.; à la seconde appartiennent toutes les autres espèces.

» Le *P. Perrieri* se fait remarquer par ses papilles dorsales, qui sont de dimensions variées, mais toujours basses, bien distinctes, ovales-rectangulaires à leur base, arrondies en dôme, d'ailleurs dépourvues de partie terminale protractile. Dans le *P. torquatus* Kennel, cette partie terminale commence à se différencier; en outre, les papilles sont subégales et franchement rectangulaires à leur base. On trouve aussi des papilles à base rectangulaire et bien séparées dans le *P. Geayi*, que M. Geay a rapporté du Carsevenne, mais ces papilles sont hautes, coniques, très inégales et pourvues d'une partie terminale fort distincte.

» Dans toutes les autres formes, les papilles dorsales sont plus ou moins fusionnées à leur base et toujours munies d'une partie terminale bien différenciée. Ces formes peuvent elles-mêmes se diviser en deux séries, suivant que les *papilles principales* sont contiguës dans chaque pli, ou largement séparées les unes des autres.

» Parmi les espèces à papilles principales contiguës, il faut placer au premier rang le *P. Edwardsi* Blanch. qui a des papilles principales subégales, ordinairement cylindriques et accompagnées de quelques *papilles accessoires*, d'ailleurs fort petites. Ces papilles accessoires, toujours très réduites, deviennent plus constantes dans le *P. Simoni* Bouv., où elles s'intercalent, au nombre de deux le plus souvent, entre les papilles principales consécutives; elles sont nombreuses et bien plus grandes dans le *P. trinidadensis* Sedg., où elles passent par tous les degrés aux papilles principales; enfin elles deviennent plus abondantes encore et plus fortes dans le *P. imthurmi* Scl., où elles se soudent fréquemment par leur base pour former de petits massifs tuberculeux intercalés entre les papilles principales. Une espèce nouvelle, le *P. antiguensis*, d'Antigua, paraît à peu près totalement dépourvue de papilles accessoires et ressemble à ce point de vue au *P. jamaicensis* Gr. et Cock.; les deux espèces sont d'ailleurs faciles à distinguer par la nature de leur papilles principales qui sont à peu près toutes semblables dans le *P. jamaicensis*, tandis qu'elles sont de deux ordres, grandes et petites, dans l'espèce d'Antigua. Deux autres espèces nouvelles, le *P. Goudoti* du Mexique et le *P. Brölemanni* de la colonie de Tovar, se font remarquer par leur tendance à la séparation des papilles principales : dans

la première de ces espèces l'espace compris entre deux grosses papilles principales est rempli totalement par une papille principale médiocre flanquée de quatre papilles accessoires; dans la seconde, il y a un véritable hiatus, les grandes papilles principales sont énormes et dans la dépression qui les sépare se trouvent quelques papilles accessoires, accompagnant parfois une petite papille principale. Certaines de ces espèces, comme les deux suivantes, pourraient bien n'être que des variétés locales de *P. Edwardsi*.

» On est ainsi progressivement conduit au *P. Sedgwicki* (*P. Edwardsi* Sedg.), dans lequel deux papilles principales consécutives sont séparées par un large intervalle bas où se trouvent éparses une ou deux petites papilles principales et quelques papilles accessoires fort réduites. Je rattache provisoirement à cette espèce, sous le nom de var. *Bavaysi*, un Péripate à ligne claire atrophiée, que M. Bavay a rapporté de la Guadeloupe. Le *P. dominicæ* Poll. est également une forme très voisine, mais je n'ai pu me le procurer jusqu'ici.

» *En résumé*, l'intérêt de cette Note a été : 1° de mettre en relief certains caractères ignorés ou mal connus des Péripates américains; 2° de montrer comment on peut tirer parti de ces caractères pour différencier les espèces; 3° d'établir que les Péripates américains forment de petits groupes régionaux plus ou moins différents les uns des autres, de sorte qu'il est à prévoir que chaque île des Antilles a ses espèces ou ses variétés particulières. J'ajouterai que cette Note fait connaître les Péripates en beaucoup de points où on ne les avait pas encore signalés : au Mexique, à la Guadeloupe, à Antigua et dans la région du Haut-Carsevenne. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Asphyxie spontanée et production d'alcool dans les tissus profonds des tiges ligneuses poussant dans les conditions naturelles.* Note de M. **Henri Devaux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« En poursuivant l'étude des échanges gazeux des plantes ligneuses, j'ai été frappé de voir combien l'atmosphère interne de leurs tiges est relativement pauvre en oxygène. Souvent la proportion de ce gaz descend au-dessous de 10 pour 100. Or cette proportion n'est qu'une moyenne, elle correspond au mélange des atmosphères des tissus superficiels avec les atmosphères des tissus profonds. Les premières sont nécessairement plus

pures que les secondes, et il est certain, *a priori*, que les tissus profonds des tiges ligneuses n'ont à leur disposition qu'un air pauvre en oxygène et se renouvelant difficilement. Ces tissus seront donc en état d'asphyxie dès que la respiration deviendra un peu intense sous l'influence d'une température élevée. Peut-être même cette asphyxie existe-t-elle à la température ordinaire dans les tissus les plus profonds des grosses tiges ligneuses. Examinons ces deux points.

» *Action d'une température élevée.* — La respiration monte rapidement avec la température. Pour le Fusain, par exemple, elle est cinq fois plus forte à 35° qu'à 17° (¹).

» 1° J'ai placé des tiges ligneuses vivantes dans une étuve à 35°; des sujets semblables servant de témoins ont été laissés au laboratoire à la température de 16° à 19°. Au bout de un à trois jours, la composition de l'atmosphère interne, devenue bien constante, indiquait les proportions centésimales suivantes d'oxygène :

	Oxygène pour 100	
	à 17°.	à 35°.
Prunus spinosa...........	10,54	0,46
Populus pyramidalis.....	16,32	8,62
Vitis vinifera............	9,38	0,22
Vitis vinifera............	13,12	4,04
Corylus avellana.........	9,72	0,52
Castanea vulgaris........	10,08	0,48

» On voit que l'oxygène a dû manquer, pour plusieurs sujets, dans les tissus profonds, la petite proportion trouvée provenant certainement des tissus superficiels.

» 2° C'est ce que démontre, en effet, d'une manière évidente le changement de valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$. Ce rapport, indiquant le quotient du CO^2 dégagé par l'oxygène absorbé, est normalement constant et plus petit que l'unité, à n'importe quelle température (²). Or ici, il augmente toujours et devient plus grand que l'unité (sauf pour le *Thuya*) quand l'intensité respiratoire s'accroît :

(¹) D'après MM. Bonnier et Mangin.

(²) Bonnier et Mangin, *La fonction respiratoire chez les végétaux* (*Ann. des Sc. natur.*, 7e série, t. II).

Respiration comparée.

	$\frac{CO^2}{O}$ à 17°-19°.	$\frac{CO^2}{O}$ à 35°.
Castanea vulgaris	0,97	3,91
Pirus domestica	0,81	1,61
Alnus glutinosa	0,80	1,04
Ulmus campestris	0,98	1,34
Sambucus nigra	0,87	1,04
Ficus carica	1,50	2,71
Thuya occidentalis	0,75	0,82

» L'augmentation, souvent considérable, du rapport $\frac{CO^2}{O}$ avec la température est l'indice d'une production accessoire de CO^2. Cette production ne peut provenir que d'une *fermentation propre,* d'une décomposition du sucre des cellules vivantes luttant contre l'asphyxie. On sait que cette lutte donne naissance à de l'alcool en même temps qu'à du CO^2.

» 3° J'ai donc recherché l'alcool dans les tiges ligneuses placées à l'étuve à 35°. Des tiges et des branches de plantes ligneuses diverses : *Alnus glutinosa, Castanea vulgaris, Corylus avellana, Quercus pedunculata, Robinia pseudo-acacia, Salix caprœa, Vitis vinifera, etc.*, ayant de 2^{cm} à 8^{cm} de diamètre, ont séjourné dans cette étuve pendant un ou plusieurs jours. Puis elles ont été débitées en copeaux qui ont été soumis à la distillation en présence d'un grand excès d'eau. J'ai ainsi obtenu des quantités sensibles d'alcool. Ce corps a été caractérisé :

» 1° Par les stries mobiles qui apparaissent durant la distillation au point de condensation des vapeurs;

» 2° Par le compte-gouttes Duclaux;

» 3° Par la réaction de l'iodoforme.

» L'alcool existait donc certainement dans ces tiges. De sorte que les trois preuves indépendantes que nous avons invoquées (atmosphère interne, rapport $\frac{CO^2}{O}$ et présence de l'alcool) concordent d'une manière satisfaisante et prouvent ensemble qu'une asphyxie partielle existe dans les tiges ligneuses à la température de 35°.

» *Température ordinaire.* — L'asphyxie partielle existe encore à la température ordinaire (comme permet de le soupçonner, pour le *Ficus carica*, le

rapport $\frac{CO^2}{O} = 1,50$). *Car des tiges ligneuses distillées directement, aussitôt après avoir été cueillies, ont toutes fourni de l'alcool.* Les recherches ont porté sur des rameaux ou de jeunes troncs de 2^{cm} à 10^{cm} de diamètre. La température extérieure (avril, mai) avait oscillé entre 12° et 20° environ.

» L'alcool a été caractérisé comme dans le cas précédent. Sa proportion était toujours moindre que dans les tiges semblables ayant séjourné à l'étuve à 35° (*Prunus*, deux fois moindre; *Corylus*, cinq à six fois, etc.). Cette proportion, déterminée au compte-gouttes Duclaux et aussi par un appareil à réfraction, est difficile à apprécier, à cause de la présence fréquente d'essences; elle varie entre $0^{cc},1$ et 1^{cc} d'alcool absolu par kilogramme de bois frais.

» La production constante d'alcool par les parties végétatives des plantes aériennes est un fait important sur lequel il y aura lieu de revenir.

» *Conclusions.* — 1° Les tissus profonds des tiges ligneuses sont, à partir d'un certain diamètre, en état d'asphyxie. L'oxygène libre leur manque, ils subissent la fermentation propre avec dégagement de CO^2 et d'alcool;

2° Cette asphyxie partielle est augmentée par une élévation de température, mais elle existe dès la température ordinaire. »

BOTANIQUE. — *Le* guidroa, *arbre à caoutchouc de Madagascar.* Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Parmi les végétaux caoutchoutifères qui constituent une des grandes richesses actuelles de Madagascar, le *guidroa* est un de ceux qui paraissent le plus couramment exploités dans l'ouest de l'île, dans le Bouéni et dans le Ménabé; et nous en avons fait mention dans l'Ouvrage que nous avons récemment publié sur les *Plantes à caoutchouc et à gutta dans les colonies françaises*.

» Nous n'avons toutefois pu, à ce moment, désigner le *guidroa* que sous son nom indigène, le seul qu'on trouve indiqué dans les rapports ou dans les récits des explorateurs; et il restait à établir quelle plante est en réalité cet arbre, s'il est une espèce nouvelle ou avec quelle espèce déjà connue il doit être identifié.

» Grâce à des matériaux botaniques très complets qu'a bien voulu nous envoyer de Suberbieville M. Périer de la Bathie, nous pouvons aujourd'hui combler cette lacune.

» Donnons tout d'abord une description complète de l'arbre, d'après les spécimens que nous avons pu examiner et d'après les renseignements que nous a communiqués notre obligeant correspondant.

» Le *guidroa* ne dépasse guère 5^m ou 6^m de hauteur. Son tronc, dont le diamètre moyen est de 15^{cm} à 20^{cm}, est recouvert d'un rhytidome gris blanchâtre qui se détache par écailles; et ces écailles contiennent du latex en abondance, car lorsqu'on les brise avec précaution en écartant les deux fragments, le caoutchouc s'étire en fils nombreux, tellement élastiques que les deux parties écartées se rapprochent dès qu'on les abandonne à elles-mêmes. Les rameaux très jeunes seuls sont couverts de poils; sur les branches plus âgées sont quelques lenticelles blanchâtres.

» Les feuilles sont opposées et pétiolées. Le limbe est ovale, souvent presque arrondi à la base et se prolongeant peu le long du pétiole; son sommet est quelquefois légèrement acuminé, mais souvent aussi arrondi et, parfois même, un peu échancré. Les huit ou neuf paires de nervures secondaires forment, avec la nervure principale, un angle très ouvert; très visibles et proéminentes sur la face inférieure, elles s'unissent entre elles, sur le bord du limbe, par leurs ramifications extrêmes. Les nervures tertiaires, très fines, s'anastomosent en réseau.

» Toutes ces nervures ainsi que le pétiole sont recouverts de poils roux, qu'on retrouve d'ailleurs, mais moins nombreux et plus caducs, sur le reste du limbe; et tous ces poils épais et courts, unicellulaires, donnent à la feuille un fort velouté, qui ne disparaît que sur les échantillons âgés.

» Dans les feuilles les plus grandes, le pétiole mesure 10^{mm} à 12^{mm} et le limbe 8^{cm} à 9^{cm} de longueur, sur 5^{cm} à 6^{cm} de largeur.

» Les fleurs, qui apparaissent d'octobre à juin, sont axillaires, par groupes de 3 à 7 et portées, chacune, par un pédicelle de 7 à 10^{mm}, à forte pubescence rousse et qu'entourent à la base de petites bractées également velues.

» Ces fleurs mesurent, en moyenne, 5^{cm} de longueur quand elles sont encore fermées et $3^{cm},5$ quand elles sont épanouies. Au-dessous du calice, la corolle se prolonge en un tube d'abord étroit, puis élargi, que surmontent 5 lobes ovales, aigus, légèrement dentés et ondulés sur les bords.

» Le calice (5^{mm} à 7^{mm}) est divisé presque jusqu'à sa base en 5 sépales de largeurs inégales : 1 très large, puis 2 étroits et les 2 autres intermédiaires. Ces sépales sont couverts de poils roux sur la face externe; intérieurement, ils portent, au niveau de leur région de soudure, des glandes obtuses.

» Dans la corolle, qui est poilue sur la face externe, la partie étroite du tube a 20^{mm} à 25^{mm} de longueur, la partie élargie 10^{mm} à 12^{mm} et chaque lobe a 15^{mm} à 18^{mm} de longueur sur une largeur médiane à peu près égale. Le tube est rouge violet dans les deux tiers inférieurs, plus clair dans la partie large; les lobes sont lavés de rose extérieurement.

» Les 5 étamines sont insérées par des filets très courts à la base de la partie élargie du tube corollaire; les anthères sont sagittées, très aiguës et appliquées contre le stigmate. Les grains de pollen sont sphériques et à trois pores.

» Le pistil est composé de deux ovaires velus, surmontés d'un style unique; le stigmate est ovoïde, légèrement bilobé au sommet.

» Autour des ovaires, et les recouvrant complètement, est un disque de cinq écailles, dont quatre sont presque toujours soudées par paires, une seule restant isolée.

» Le fruit, qui mûrit de février à juin, est formé de deux follicules cylindriques, de 12^{cm} à 18^{cm} de longueur, à surface cannelée, portant au début quelques poils blanchâtres. Les graines sont munies, au sommet, d'une aigrette brune.

» Par tous ces caractères, notre plante appartient nettement au genre *Mascarenhasia*, de la famille des Apocynées. Mais la description ci-dessus, dans son ensemble, ne se rapportant exactement à aucune des quinze ou seize espèces de ce genre actuellement connues, nous croyons pouvoir considérer le *guidroa* comme une espèce nouvelle que nous nommerons *Mascarenhasia velutina*, pour rappeler le velouté très caractéristique de ses feuilles.

» Pour en récolter le caoutchouc, les Sakalaves pratiquent sur le tronc de l'arbre, pendant la saison sèche, alors que le lait est très épais, de nombreuses incisions. Le lait se coagule presque immédiatement, au-dessous de la blessure, en formant de petites bandes de gomme, que les travailleurs reviennent enlever une heure plus tard, et qu'ils agglomèrent en boules. Un seul homme, par ce procédé, récolte facilement 1^{kg} de produit en une journée.

» Le caoutchouc ainsi recueilli est de bonne qualité et est même, paraît-il, plus nerveux que celui obtenu par ébullition. Les échantillons que nous avons vus et qui ont été préparés par cette dernière méthode sont cependant déjà très élastiques, très résistants et sans viscosité.

» Un litre de lait donne, en moyenne, 415^{gr} de gomme.

» Dans l'Ouvrage que nous avons cité plus haut, nous avons déjà indiqué que le *guidroa* peut être bouturé; des essais tentés à Madagascar ont réussi.

» A l'état sauvage, l'arbre pousse surtout dans les bois secs et rocailleux. M. de la Bathie l'a trouvé à Andriba, dans les vallées de la Betsiboka et de l'Ikopa, etc.

» Au point de vue botanique, la détermination du *guidroa* offre un intérêt d'autant plus grand que, tout récemment, M. K. Schumann, de Berlin, a reconnu que l'arbre *mgoa*, qui fournit, sur la côte orientale d'Afrique, une partie du caoutchouc de Zanzibar, est une espèce du même genre *Mascarenhasia*, nommée par M. Schumann *M. elastica*. D'autre part, en 1895, M. Baker avait signalé, très incidemment d'ailleurs, dans ses diagnoses, que le *Mascarenhasia utilis*, qui est le *ramiranja* de Madagascar, peut donner une gomme élastique.

» Il semble ainsi que ce genre *Mascarenhasia*, qu'on ne trouve que sur la côte orientale d'Afrique et à Madagascar (surtout dans le nord et à l'ouest), doive prendre, dans l'histoire des plantes à caoutchouc de ces régions, une place importante qu'on ne lui avait pas attribuée jusqu'alors. »

BOTANIQUE. — *Sur le parasitisme du* Ximenia americana L. Note de M. ÉDOUARD HECKEL, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Communication du 11 novembre dernier à la *Société botanique de France*, j'ai fait connaître les singuliers phénomènes présentés par la germination des graines de *Ximenia americana* L. (espèce type et variété *X. elliptica* Forster de Nouvelle-Calédonie). Je les rappelle très brièvement après en avoir constaté l'existence et la constance dans plus de cinquante graines germées et pour les mettre ici en comparaison avec des faits nouveaux que je viens de relever dans les racines de ce végétal.

» Il se forme d'abord sur la tigelle cinq écailles qui précèdent toujours les vraies feuilles; les deux écailles les plus inférieures et les plus rapprochées des cotylédons qui restent inclus dans la graine s'incurvent, se décolorent, deviennent positivement géotropiques, s'allongent sous forme de racines non divisées (d'où le nom d'*écailles radiciformes* que je leur ai donné), s'amincissent à la pointe et s'enfoncent finalement dans la gouttière formée par les pétioles cotylédonaires. Là, les deux épidermes s'affrontent, puis s'unissent, au moins sur une partie de leur étendue, pendant que l'organe tubulé se creuse un sillon sur la surface cotylédonaire.

» La structure des écailles radiciformes, d'abord absolument semblable à celle des autres écailles, finit par se modifier un peu à son extrémité adhérente à l'épiderme cotylédonaire : son unique méristèle se divise, en effet, plusieurs fois, multipliant ainsi le tissu conducteur dont l'abondance affirme le rôle d'absorption dans l'organe.

» Ces faits, inconnus jusqu'ici dans le règne végétal, viennent de s'éclairer par l'observation d'autres phénomènes biologiques non moins nouveaux et non moins intéressants que j'ai relevés sur les racines de cette même espèce. Les racines et le chevelu radicellaire portent des suçoirs multiples, les uns très petits, d'autres moins nombreux assez gros, et chaque racine ou radicelle se termine par un de ces organes.

» Mes germinations ont porté : 1° sur des graines mises isolément en

pots et 2° sur d'autres réunies plusieurs dans une même large terrine. Dans le premier cas, les suçoirs, ne pouvant s'appliquer sur les racines des plantes voisines, se sont fixés sur la tige propre de la plante ou même sur sa graine, c'est-à-dire sur le spermoderme, quand, pour hâter la germination, j'avais enlevé l'endocarpe osseux de la drupe. Ce sont là des faits d'autoparasitisme qui ont été observés depuis longtemps déjà par mon très regretté maître, J.-E. Planchon, de Montpellier. Dans le second cas, les racines ont porté leurs suçoirs tantôt sur les racines des pieds de *Ximenia* voisins, tantôt sur leurs tiges ou racines propres.

» Ces suçoirs, d'abord sphériques et peu développés, grossissent sensiblement dès qu'ils se sont appliqués sur une racine ou sur une tige; ils deviennent coniques à base élargie et rappellent ceux des *Thesium* qui sont bien connus. Leur structure anatomique sera donnée dans un Mémoire spécial avec figures à l'appui : ils rappellent ceux que Solms-Laubach a fait connaître et a dessinés dans le *Thesium pratense* Ehrh.

» Les phénomènes de parasitisme, inconnus jusqu'ici dans les Olacacées et que je viens d'indiquer dans *Ximenia*, établissent un lien de plus entre cette famille et celle des Santalacées. Il y a tout lieu de supposer, en effet, que la plupart, sinon la totalité des Olacacées, doivent présenter des phénomènes biologiques similaires. Mais les *Ximenia* se distingueront toujours des Santalacées, au moins par cette singularité, qui paraît leur être propre, que l'autoparasitisme, y acquérant son maximum d'intensité, n'épargne pas le système foliaire.

» Il me paraît difficile, en effet, de ne pas admettre, en rapprochant les faits que je viens d'exposer dans la tige et dans la racine des *Ximenia*, qu'il y a corrélation entre la manière de se comporter du système aérien et du système souterrain. N'y aurait-il pas lieu de voir, dans la singulière formation des *écailles radiciformes*, la manifestation et la fixation dans le système foliaire de la tendance autoparasitaire qui est si marquée dans les racines? »

MINÉRALOGIE. — *Sur les rhyolites à œgyrine et riebeckite du pays des Somalis*. Note de M. A. Lacroix, présentée par M. Fouqué.

« M. Tristan Lacroix a rapporté du pays des Somalis et de l'Abyssinie une importante collection de roches volcaniques dont il m'a confié l'étude. La région que doit traverser le chemin de fer de Djibouti à Harrar est particulièrement intéressante au point de vue pétrographique; la zone d'in-

fluence française notamment est constituée par des alternances de grès et de calcaires non fossilifères que traversent et recouvrent des filons et des coulées de roches basaltiques et rhyolitiques; je ne m'occuperai dans cette Note que de ces dernières.

» Ces rhyolites présentent toutes des caractères communs : elles sont compactes et rubanées et possèdent, dans ce dernier cas, une véritable schistosité qui, jointe aux fréquents plissements de leurs strates, les fait prendre, de loin, pour des schistes. On n'y distingue à l'œil nu que de petits cristaux de quartz bipyramidés et de feldspath souvent chatoyant, disséminés dans une pâte grise, verdâtre ou rougeâtre. Ces roches pierreuses sont souvent accompagnées d'obsidiennes vitreuses, noires ou grises, à cassure perlitique.

» L'examen microscopique fait voir que le feldspath est exclusivement constitué par de l'orthose sodique ou bien de l'anorthose sans macles de l'albite; il n'existe, en fait de phénocristaux, ni feldspaths calcosodiques, ni éléments ferrugineux.

» La pâte, généralement riche en verre, possède une composition et une structure variables; elle renferme de l'orthose en microlites ou en sphérolites à allongement négatif, des grains ou des éponges de quartz globulaire. Cette composition vient se compliquer (crête entre la vallée d'Haleylé et celle d'Haraha Bihellé, vallées d'Haraha, de Daal, de Hol-Hol, de Dahita) par l'apparition de pyroxène et d'amphibole sodiques. Dans quelques roches, ces derniers minéraux (*œgyrine* et *riebeckite*) forment d'innombrables microlites filiformes, alignés dans le sens de la fluidalité ou de petites plages pœcilitiques.

» Telle est la composition normale de ces rhyolites; un grand nombre d'entre elles, et principalement celles qui sont rubanées, présentent en outre d'importantes particularités. Les divers lits qui les constituent sont séparés les uns des autres par des zones de couleur différente, à texture moins compacte, fréquemment poreuse; elles renferment même des cavités étendues, véritables lithophyses, dans lesquelles se rencontrent des cristaux de feldspath, d'œgyrine, de riebeckite. Dans d'autres échantillons, la continuité des lits de la roche normale est rompue d'une façon capricieuse, souvent même celle-ci n'existe plus que sous forme de petits lambeaux, ayant conservé leur position primordiale au milieu de la masse de couleur différente qui les englobe. On reconnaît, par cette description, une certaine analogie de structure entre ces roches et le *piperno* de la Pianura, dans les Champs-Phlégréens.

» L'étude des lames minces fait voir que les zones dont il vient d'être question sont toujours plus largement cristallisées que la roche normale; leur structure est holocristalline. Les élément ferrugineux y sont plus gros, souvent concentrés en paquets de petits grains, quelquefois réunis à axes parallèles pour former le squelette d'un cristal plus grand; mais l'intérêt principal se concentre sur les relations mutuelles du quartz et du feldspath : tantôt ces minéraux constituent une masse microgranitique, tantôt le feldspath se présente en sphérolites très réguliers à allongement négatif dont le centre est riche en aiguilles d'œgyrine à disposition radiale et dont la périphérie est moulée par le quartz. Enfin, dans d'autres cas, il existe des éponges de quartz globulaire et des plages arrondies de micropegmatites, dans lesquelles les rapports habituels des éléments constituants sont renversés; l'orthose y forme en effet les cristaux cristallitiques que moule le quartz. Ces diverses structures s'associent entre elles.

» Une préparation taillée au contact d'un fragment de la rhyolite normale et d'une de ces zones plus cristallines offre ainsi la réunion et l'enchevêtrement d'une structure très fluidale avec orientation des microlites, impliquant un mouvement très net postérieur à leur cristallisation, et d'une structure sphérolitique des plus régulières, nécessitant pour sa production un repos parfait.

» L'association assez paradoxale dans une même roche de deux structures, correspondant à des conditions de cristallisation absolument opposées, démontre que la formation de la roche s'est effectuée de deux façons différentes; les zones les plus cristallines ne sont point d'origine ignée, d'origine primaire, mais le résultat de l'action sur la rhyolite normale de la vapeur d'eau et des fumerolles ayant accompagné son éruption et sa consolidation. C'est là un phénomène secondaire, postérieur à l'arrêt de la roche volcanique, mais sans aucun doute un *phénomène secondaire immédiat*, du même ordre que celui qui, dans les andésites de Santorin, a donné naissance aux minéraux sur lesquels j'ai récemment appelé l'attention de l'Académie [1]; il est comparable à celui qui a produit des minéraux si intéressants dans les fentes des trachytes d'Ischia et qui a déterminé la production des sphérolites feldspathiques des masses grises scoriacées englobant les *flammes* du piperno de la Pianura.

» L'intérêt spécial de nos roches résulte de leur composition chimique, qui a permis la production, dans ces conditions nettement dé-

---

(1) *Comptes rendus*, 27 décembre 1897.

finies, non seulement de l'orthose, de l'œgyrine et de la riebeckite, mais encore du *quartz*, qui, dans ses associations avec le feldspath, reproduit tous les types holocristallins de structure, caractéristiques de la pâte des roches éruptives acides : structures micropegmatique, microgranitique, globulaire et sphérolitique, que l'on est habitué à considérer comme d'origine primaire. Les conditions qui ont présidé à la cristallisation des roches quartzifères sont encore si obscures que les faits signalés dans cette Note m'ont paru mériter une mention toute particulière.

» Indépendamment de cette question théorique qu'elles soulèvent, les rhyolites des Somalis constituent un type pétrographique qui n'existe, strictement identique, dans aucune autre région ; elles se rattachent, à certains égards, à quelques-unes des *pantellerites* de Pantellaria, des *comendites* de la Sardaigne. Les roches à pyroxène et amphibole sodiques paraissent abonder dans cette partie de l'Afrique. M. Michel Lévy a décrit une téphrite phonolitique à œgyrine dans le Choa et M. Prior vient de signaler des trachytes à riebeckite et œgyrine dans le Tigré ; enfin il n'est pas inutile de rappeler que c'est à l'île de Socotora, à l'extrémité orientale de la presqu'île des Somalis, que la riebeckite a été pour la première fois découverte dans un granite. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches éruptives du Cap-Blanc* (*Algérie*). Note de MM. **L. Duparc** et **E. Ritter** (1), présentée par M. Michel Lévy.

« Les roches éruptives néo-volcaniques des environs de Ménerville (Algérie) ont été réunies *in globo* dans la catégories des liparites (2). Elles constituent une série de neuf pointements éruptifs distincts, dont nous avons entrepris l'étude complète au double point de vue géologique et pétrographique.

» Celui du Cap-Blanc forme une série de rochers, élevés de quelques mètres, qui surgissent de la côte plate et s'avancent en cap dans la mer, en formant une barrière de récifs. La roche éruptive se présente dans le gisement soit en coulées épaisses, soit sous forme d'un conglomérat éruptif. Elle est de couleur grise ou verdâtre, nettement porphyrique, à première

(1) Genève, laboratoire de Minéralogie de l'Université.

(2) E. Ficheur, *Description géologique de la Kabylie*, etc., Alger, 1890. — Curie et Flamand, *Explication de la Carte géologique de l'Algérie*, 2e Partie.

consolidation toujours visible à l'œil nu, mais d'abondance variable. Au microscope, cette première consolidation renferme exclusivement les éléments suivants : biotite, hornblende, plagioclases basiques, quartz.

» La *biotite*, en lamelles hexagonales plus ou moins corrodées, est souvent d'une fraîcheur exceptionnelle; plus rarement elle est altérée et bordée alors d'une auréole de produits ferrugineux. Elle est à un ou deux axes optiques; dans ce dernier cas, $2v$ ne dépasse pas 50°. Polychroïsme : $ng =$ brun foncé presque noir, $np =$ jaunâtre très pâle. Elle renferme d'abondantes inclusions d'apatite, plus rarement du zircon.

» La *hornblende* est exceptionnelle et d'habitude profondément altérée. Sur quelques débris, on a pu mesurer des extinctions de 20° environ pour ng.

» Bissectrice aiguë $= np$, $ng - np = 0{,}025$. Polychroïsme : $ng =$ brun foncé, $np =$ brun pâle. Elle contient aussi de l'apatite.

» Les *plagioclases*, en majorité d'un type plutôt basique, sont compris entre Ab_3An_1 et Ab_3An_4. Ils vont parfois même jusqu'à An. Prédominants dans la première consolidation, ils présentent les macles de l'albite et de Karlsbad, plus rarement celles du péricline. Les profils observés sont : p, h^1, $a^{\frac{1}{2}}$, a^1, $b^{\frac{1}{2}}$. Tous sont zonés, et les récentes méthodes de M. Michel Lévy (¹) pour les feldspaths zonés et maclés selon les deux lois de l'albite et de Karlsbad, comme aussi celles de M. Fouqué (²) pour les sections perpendiculaires aux bissectrices et aux axes optiques, permettent, pour ainsi dire, la détermination de chaque individu, ce que nous avons fait pour un très grand nombre de sections minces.

» Il ressort de cette étude qu'il n'y a aucune règle dans la succession des différentes zones feldspathiques, car l'on observe fréquemment sur les bandelettes concentriques des teneurs en An qui pour un même cristal oscillent entre 30 et 60 pour 100. Tantôt le centre est plus basique que la périphérie, tantôt c'est l'inverse que l'on observe sur différents cristaux d'une même préparation.

» Dans certains cas, ce ne sont que deux termes rapprochés comme Ab_5An_3 et Ab_1An_1 ou au contraire éloignés comme Ab_5An_3 et Ab_3An_4 qui alternent dans les différentes zones d'un même feldspath; dans d'autres par contre, il y a alternance réitérée des principaux termes compris entre

---

(¹) A. Michel Lévy, *Étude sur la détermination des feldspaths*, fascicules I et II, 1894 et 1896.

(²) F. Fouqué, *Contribution à l'étude des feldspaths*. Paris, 1894.

Ab_5An_3 et An. De toute façon, on peut affirmer que, dans chaque préparation, il n'y a pas deux sections de feldspath qui soient identiques; ce qui montre une fois de plus l'erreur que l'on commettrait en prenant, comme point de départ pour une classification des roches porphyriques, les feldspaths de la première consolidation.

» Le *quartz* est rare, il manque même totalement sur certains spécimens. Il présente la forme bipyramidée, et des corrosions profondes. Souvent il est entouré d'une auréole de quartz spongieuse.

» La seconde consolidation est parfois vitreuse, ce qui est l'exception. Le verre, isotrope et incolore, renferme cependant quelques légères dévitrifications. Il présente presque toujours des fissures perlitiques. Il convient d'ajouter que, dans les types à pâte vitreuse, la première consolidation n'est jamais très abondante, et les plagioclases y montrent des types un peu plus acides compris entre Ab_5An_3 et Ab_3An_1.

» Dans la grande majorité des cas, la pâte est cristalline et de structure franchement microgranulitique; le quartz y est abondant; elle renferme en outre de petites lamelles de biotite chloritisées et de petits grains ferrugineux opaques. On y trouve aussi quelques débris de feldspaths analogues à ceux de la première consolidation, puis des microlithes courts et carrés, qui s'éteignent à quelques degrés de leur allongement négatif (orthose ?). Le grain de la pâte est variable, parfois assez gros; il reste souvent un peu de matière vitreuse. Rarement la seconde consolidation est globulaire; les éponges de quartz sont alors plus ou moins arrondies, caverneuses, et plus grosses que les grains du même minéral. Quelques sphérolithes à croix noire ont été observés exceptionnellement.

» Deux analyses faites sur deux roches différentes, à structure microgranulitique, ont donné :

	I.		II.	
SiO^2	63,00		67,88	
Al^2O^3	17,40		14,45	
Fe^2O^3	5,03		5,74	
CaO	5,71		5,19	
MgO	1,02		6,27	par différence
Alcalis	7,36	par différence		
Perte au feu	0,48		0,47	
	100,00		100,00	

» Les roches éruptives du Cap-Blanc doivent donc être considérées comme des quartz-porphyres néo-volcaniques, d'un caractère basique, à structure microgranulitique ou vitrophyrique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'existence dans le sang des animaux d'une substance empêchant l'action de la présure sur le lait.* Note de M. A. Briot (1), présentée par M. Duclaux.

« On sait qu'il existe des diastases dont le rôle consiste à empêcher les effets d'autres diastases. On connaît, par exemple, le *thrombase* des sécrétions buccales de la sangsue, qui s'oppose *in vitro* et *in vivo* à la coagulation du sang par la plasmase.

» En étudiant ces substances antagonistes, j'ai constaté que le sérum normal de beaucoup d'animaux possède, à des degrés divers, la propriété d'empêcher la coagulation du lait par la présure.

» Voici les résultats que fournit le sérum de cheval : si l'on introduit de la présure dans un mélange de lait et de sérum de cheval, la coagulation du lait se trouve empêchée ou considérablement retardée. Cette action n'est pas due à l'alcalinité ni aux sels du sérum, car dans un mélange en mêmes proportions de lait et de solution physiologique de NaCl à 7 pour 100, alcalinisée par de la soude au même titre que le sérum, la coagulation du lait par la présure n'est que très faiblement ralentie.

» Pour mesurer l'intensité de cette action antiprésurante du sérum de cheval, à des volumes constants du mélange de lait et de sérum, on ajoute des doses progressivement croissantes de présure. Il arrive un moment où l'action antiprésurante du sérum se trouve exactement neutralisée par la présure, et où la plus légère addition de présure détermine la coagulation. Les phénomènes se passent comme s'il s'agissait d'un mélange de toxines et d'antitoxines. Quand cette action antiprésurante est neutralisée, il y a coagulation, mais nous ne trouvons plus la loi de proportionnalité inverse entre le temps de coagulation et la quantité de présure mise dans le lait. Ainsi, deux échantillons de lait additionnés d'une même quantité de sérum reçoivent des quantités a et b de présure et se coagulent en des temps t et θ. Nous n'avons pas la relation

$$at = b\theta,$$

mais la relation

$$(a - x)t = (b - x)\theta.$$

(1) Travail fait au laboratoire du Dr Calmette, à l'Institut Pasteur de Lille.

» Cette quantité x de présure, qui n'agit pas sur le lait, est toujours la même pour une même quantité de sérum additionné au lait. Elle est proportionnelle à cette quantité de sérum et est égale à la dose minimum qu'il faut dépasser pour produire la coagulation. C'est la quantité de présure que neutralise le sérum additionné au lait.

» L'activité antiprésurante des divers sérums de cheval que j'ai étudiés était telle que 1^{cc} de sérum neutralisait de $\frac{1}{25}$ à $\frac{1}{18}$ de centimètre cube de présure Hausen de force $\frac{1}{10000}$, c'est-à-dire dont $0^{cm},1$ coagule 1^{lit} de lait en vingt minutes à 35°.

» *Le sérum de cheval renferme donc une substance capable de neutraliser les effets d'une certaine quantité de présure.*

» Quelle est la nature de cette substance?

» 1° Elle ne dialyse pas;

» 2° Elle est destructible par la chaleur;

» 3° Elle est précipitable par le sulfate d'ammonium et l'alcool.

» Tous ces caractères montrent que nous avons affaire à une diastase dont l'action est de neutraliser celle de la présure.

» Le sérum de cheval n'est pas le seul qui renferme de l'antiprésure. J'ai étudié le sang d'animaux de diverses espèces et déterminé le pouvoir antiprésurant de leur sérum, en évaluant la quantité de sérum qui, mélangée à $0^{cc},1$ de présure de force $\frac{1}{10000}$, en supprime les effets. Cette dose de $0^{cc},1$ de présure sera notre *unité de présure*.

Espèces animales.	Quantités de sérum en centimètres cubes capables de neutraliser *in vitro* l'unité de présure.
Porc	de 1,3 à 2
Cheval	de 1,8 à 2,5
Veau	de 30 à 50
Jeune lapin de quatorze jours	30
Poule	50
Mouton	70
Bœuf et vache	de 70 à 150
Lapin adulte	120
Chèvre	200

» J'ai constaté, en outre, que l'albumine d'œuf de poule a une activité antiprésurante, telle que 40^{cc} neutralisent *in vitro* l'unité de présure.

» Il importe d'observer que tous les animaux étudiés produisent de la présure en quantité variable.

» Il était tout indiqué de rechercher si, par des injections répétées de présure, à des lapins par exemple, on pouvait arriver à augmenter l'activité antiprésurante de leur sérum. Nos prévisions se sont réalisées :

» Trois lapins ont reçu sous la peau respectivement deux, trois et huit injections successives de 5^{cc} de présure dialysée. Entre chaque injection, on laissait l'animal au repos pendant huit jours.

» Les pouvoirs antiprésurants étaient devenus :

Pour le lapin nº 1, après deux injections.........	100
Pour le lapin nº 2, après trois injections.........	80
Pour le lapin nº 3, après huit injections	5

c'est-à-dire que pour ce dernier, le pouvoir antiprésurant était vingt-quatre fois plus grand que pour le lapin normal.

» Nous voyons donc la quantité d'antiprésure augmenter progressivement dans le sang des animaux qui reçoivent des injections répétées de présure, exactement comme l'antitoxine chez les animaux en cours d'immunisation. Cette réaction physiologique de l'organisme est une nouvelle preuve de l'analogie étroite que présentent les diastases normales, comme la présure, avec les toxines microbiennes, végétales et les venins. »

M. **Foveau de Courmelles** adresse une Note ayant pour titre : « Production électrolytique d'un nouvel alliage de platine ».

M. **Dezavelle** adresse une Note sur un appareil destiné à éviter les accidents produits par les chocs de locomotives.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1899.)

Note de M. *E. Ducretet* :

Page 1296, ligne 4 en remontant, *au lieu de* billes d'acier, *lisez* grains d'acier pur ou allié à différents métaux.